

Markfysikaliska och kemiska egenskaper i integrerad monitoring områden i förhållande till Sverige nationellt

*Physical and chemical soil properties in Integrated
Monitoring sites in comparison to Sweden on a national level*

Vilhelm von Unge

Markfysikaliska och kemiska egenskaper i integrerad monitoring områden i förhållande till Sverige nationellt

Physical and chemical soil properties in Integrated Monitoring sites in comparison to Sweden on a national level

Vilhelm von Unge

Handledare: Lars Lundin, institutionen för mark och miljö, SLU

Biträdande handledare: Stefan Löfgren, institutionen för vatten och miljö, SLU

Examinator: Jon-Petter Gustafsson, institutionen för mark och miljö, SLU

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A1E

Kurstitel: Självständigt arbete i markvetenskap – magisterarbete

Kurskod: EX0728

Program/utbildning: Agronomprogrammet – inriktning mark/växt 270 hp

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2017

Serietitel: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU

Delnummer i serien: 2017:07

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: IM, BioSoil, luftföroreningar, markinvertering, skogsmark

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för mark och miljö

Abstract

Woodland makes up more than two thirds of Sweden's land area. Forests are of great value for the environment, the Swedish economy and recreational activities. Air pollutants from manmade activities have a negative effect on the wellbeing of forests. Several programs have been created to counteract the impact air pollutants have on forests. Sweden has participated in two monitoring programs of forest soil: *BioSoil* and *Integrerad monitoring (IM)*. BioSoil is a program on EU level and in the Swedish participation 786 soil profiles were examined. IM is conducted at four forest ecosystems: Gårdsjön, Aneboda, Kindla and Gammtratten. The aim of the program is to increase the understanding of processes in forests soils that are affected by air pollutants. To determine how representative IM is for Swedish forest soil a comparison of several soil variables were conducted between selected soil profiles in the different IM areas with BioSoil, which is thought to have a good representation of Swedish forest soil.

For several of the examined variables notable differences were found for the different programs. The most notable difference was for pH in the humus layer where all the IM profiles had a value markedly lower compared to BioSoil. In the mineral soil the pH was lower in Gårdsjön but on similar levels as in BioSoil for the other IM areas. Most values that deviated from Biosoil were found in Gårdsjön were almost half of all the variables included in the study deviated considerably. The deviations were in most cases throughout the soil profile. A few obvious deviations were found in the other IM areas and mainly located either in the humus or in the mineral soil. The deviations from BioSoil found in Gårdsjön are thought to be due to its geographical location on the Swedish west coast where rainfall and deposition is markedly higher than in the rest of Sweden. The deviations in Gammtratten correspond to conditions for that specific region. The area is the only one in the IM program located in the northern part of Sweden where there is a lower deposition than in the southern parts of Sweden.

The numerous and markedly strong IM value deviations from those of BioSoil for Gårdsjön are thought to be specific and representative for the region of west Gothland area and the Swedish west coast. Since only a few deviations were found in Aneboda, Kindla and Gammtratten that also were not as markedly as in Gårdsjön, the profiles are thought to be representative of typical Swedish forest soils. Therefore, it is very likely that these areas fairly good represent the typical Swedish forest soils.

Sammanfattning

Över två tredjedelar av Sveriges landareal består av skogsmark. Skogen är av stort värde för miljön, Sveriges ekonomi och för fritidsaktiviteter. Genom luftföroreningar från mänskliga aktiviteter försämras skogens hälsa. Flera program har genomförts för att motverka luftföroreningarnas negativa påverkan på skogarna. Sverige har varit delaktig i flera övervakningsprogram av skogsmark varav två är *BioSoil* och *Integrerad monitoring (IM)*. BioSoil är ett internationellt program på EU nivå och i Sverige har 786 markprofiler undersökts. I IM utförs övervakning av fyra skogsekosystem i områdena Gårdsjön, Aneboda, Kindla och Gammtratten. Målet med programmet är att ge ökad förståelse för processer som påverkas av luftföroreningar och som påverkar skogens markförhållanden. I syfte att avgöra huruvida IM-programmet kan ses som representativt för svensk skogsmark utfördes en jämförelse för ett 20-tal markvariabler mellan utvalda markprofiler i de olika IM-områdena med BioSoil, som anses ge en god representation av förhållandena i svensk skogsmark.

För flera av de undersökta variablerna uppvisades olika bilder mellan programmen. Den mest noterbara skillnaden förekom för pH i humuslagret där samtliga IM områden hade ett påtagligt lägre värde än vad som visades i BioSoil. I mineraljorden var pH värdet i Gårdsjöområdet lägre än i BioSoil, men pH i de övriga IM områdena likartat BioSoil. I Gårdsjöområdet förekom majoriteten av de värden som avvek från BioSoil där nästintill hälften av alla undersökta variabler avvek kraftigt. Avvikelseerna förekom även i de flesta fall genom hela markprofilen. I de övriga IM områdena fanns ett fåtal påtagliga avvikelser som i de flesta fall fanns antingen i humuslagret eller i mineraljorden. Avvikelseerna från BioSoil i Gårdsjöområdet tros till stor del bero på att området är beläget på Sveriges västkust där det bl.a. förekommer riklig nederbörd med hög deposition av luftföroreningar. Avvikelseerna fanns även för Gammtrattenområdet men där överensstämmer värdena med de regionala förhållandena. Området är det enda i IM programmet som är lokaliserat i Norrland där det förekommer en lägre deposition än i södra Sverige.

Då ett flertal kraftiga avvikelser från BioSoil förekom i markprofilen i Gårdsjöområdet anses området specifikt och kan möjligen representera västra Götaland och Västkusten. Då ett fåtal avvikelser som var mindre påtagliga än de i Gårdsjön förekom i markprofilerna i Aneboda, Kindla, och Gammtratten anses de representera typisk svensk skogsmark. Det är därför rimligt att även områdena i helhet är representativa för typisk skogsmark.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Över två tredjedelar av Sveriges landareal består av skogsmark och skogen har en viktig multifunktionell roll i vårt samhälle. Den har ett stort värde för naturskyddet bl.a. då den fungerar som en betydande kolsänka. Den förser oss med fritidsaktiviteter såsom svamp och bärplockning. Skogen är även en viktig naturresurs som skapar tusentals arbetstillfällen. Luftföroreningar från mänskliga aktiviteter medför negativa konsekvenser för både människa och miljö. Föroreningarna försämrar skogens hälsa och i början av 1980-talet kom flera alarmerande rapporter som kopplade dem till markförsurning och skogsdöd i Centraleuropa. Flera program såväl internationella som nationella har genomförts för att motverka luftföroreningarnas negativa påverkan på skogen. Sverige har varit delaktig i flera övervakningsprogram av skogsmark varav två är *BioSoil* och *Integrerad monitoring (IM)*. BioSoil är ett internationellt program på EU nivå och i Sverige har 786 jordar undersökts. I IM utförs övervakning av de fyra skogsekosystem Gårdsjön, Aneboda, Kindla och Gammtratten. Målet med programmet är att ge ökad förståelse för processer som påverkas av luftföroreningar och som påverkar skogens markförhållanden. Då BioSoil är baserat på ett stort antal jordar runt om i Sverige är det rimligt att anta att programmet ger en god generell beskrivning av förhållandena i svensk skogsmark. Då IM är baserat på fyra olika skogsområden är det däremot inte lika säkert att anta att programmet speglar förhållandena i en typisk svensk skogsmark. I syfte att avgöra huruvida IM-programmet kan ses som representativt för svensk skogsmark utfördes en jämförelse med BioSoil. Jämförelsen är baserad på förhållandena genom jorddjupet för ett 20-tal markvariabler såsom pH, textur, halter av ett flertal ämnen m.m.

För flera av de undersökta variablerna uppvisades olika bilder mellan programmen. Den mest noterbara skillnaden förekom för pH i humuslagret där samtliga IM områden hade ett påtagligt lägre värde än vad som visades i BioSoil. I mineraljorden var pH värdet i Gårdsjöområdet lägre än i BioSoil, men pH i de övriga IM områdena likartat BioSoil. I Gårdsjöområdet förekom majoriteten av de värden som avvek från BioSoil där nästintill hälften av alla undersökta variabler avvek kraftigt. Avvikelserna förekom även i de flesta fall genom hela jorddjupet. I de övriga IM områdena fanns ett fåtal påtagliga avvikelser som i de flesta fall fanns antingen i humuslagret eller i mineraljorden. Avvikelserna från BioSoil i Gårdsjöområdet tros till stor del bero på att området är beläget på Sveriges västkust där det bl.a. förekommer riklig nederbörd med hög deposition av luftföroreningar. Avvikelser fanns även för Gammtrattenområdet men där överensstämmer värdena med de regionala förhållandena. Området är det enda i IM programmet som är lokaliserat i Norrland där det förekommer en lägre deposition än i södra Sverige.

Då ett flertal kraftiga avvikelser från BioSoil förekom i den undersökta jorden i Gårdsjöområdet anses området specifikt och kan möjligen representera västra Götaland och Västkusten. Då ett fåtal avvikelser som var mindre påtagliga än de i Gårdsjön förekom i de undersökta jordarna i Aneboda, Kindla, och Gammtratten anses de representera typisk svensk skogsmark. Det är därför rimligt att även områdena i helhet är representativa för typisk skogsmark.

Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Mål och syfte	2
Metod.....	2
Valda områden	5
Gårdsjön	6
Aneboda	6
Kindla	6
Gammtratten.....	6
Resultat.....	7
BioSoil: Regional jämförelse	7
pH _{H2O}	7
Katjonbyteskapacitets (baserat på jonextraktion med 0,1 M BaCl ₂)	8
Basmätnadsgrad (baserat på jonextraktion med 0,1 M BaCl ₂).....	9
C/N.....	10
Utbytbara joner (baserat på extraktion med 0,1 M BaCl ₂)	12
Markförhållanden för IM områden jämfört med BioSoil	13
Jordmån.....	13
Textur	13
Volymvikt.....	14
Kol, kväve, och CN-kvot.....	15
Katjonbyteskapacitet (baserat på jonextraktion med 0,1 M BaCl ₂)	17
Basmätnadsgrad (BS: baserat på jonextraktion med 0,1 M BaCl ₂).....	18
pH _(H2O)	19
Aciditet (baserat på jonextraktion med 0,1 M BaCl ₂).....	20
S (Aqua regia)	21
Al.....	22
Ca.....	23
Mg.....	24

K.....	25
Fe	26
P (Aqua regia)	27
Diskussion.....	28
Slutsats	32
Referenser	33
Appendix.....	35

Inledning

Mer än två tredjedelar av Sveriges landareal består idag av skogsmark (Wikberg, 2016). Skogarna spelar en viktig multifunktionell roll i samhället. De är av stort värde för naturskyddet, för bevarandet av miljön, bl.a. genom att vara en nyckelfaktor i kolcykeln som en betydande kolsänka, samt en avgörande reglerande faktor i vattencykeln (Cox, Alemanno, 2003). Skogen är även en av Sveriges ekonomiskt viktigaste naturresurser som bl.a. ger uppåt 60,000 arbetstillfällen (Eriksson, 2014). Utöver produktionen används skogen av människor för fritidsaktiviteter som jakt och svamp- och bärplockning. Skogen kan även fungera som en stärkande källa för återhämtning och rehabilitering för människor med stressrelaterade problem, något som har blivit allt vanligare (Sontag-Öström, et al. 2011, Nordh, et al. 2009).

Luftföroreningar från mänskliga aktiviteter medför ett flertal negativa konsekvenser för miljön. Utsläpp av svavel- och kväveoxider har bidragit till försurning som i många väldokumenterade fall visat sig påverka skogsmark, jordbruksmark, och akvatiska ekosystem (Chang, 2007). Luftföroreningar kan även utgöra en hälsorisk som framförallt kan leda till lungsjukdomar, ibland med dödlig utgång (Baird & Cann, 2008).

Det var först under 1960-talet som forskare började se hur luftföroreningar kunde påverka vår omgivning, då ett samband mellan försurning av skandinaviska sjöar och svavelutsläpp i Kontinentaleuropa upptäcktes. Under det följande decenniet påvisade ett flertal studier luftföroreningars negativa påverkan på miljön (Hettelingh, et. al. 2004). För att motverka de negativa effekter som luftföroreningar kan åstadkomma på miljön ordnades ett möte på ministernivå i Genève 1979 under ledning av UNECE. Under mötet skrev 34 regeringar på konventionen *Long-Range Transboundary Air Pollution* (CLRTAP) 1979. Målet med konventionen är bl.a. att främja samarbetet mellan länder i frågor om miljöskydd, och att främja studerandet av luftföroreningars påverkan på miljön och hur identifierade problem kan lösas (Lindau, et. al. 2004).

I början av 1980-talet kom även alarmerande rapporter om skogsdöd och markförsurning kopplade till luftföroreningar i Centraleuropas skogar. Som svar på en politisk och allmän oro över Europas skogars framtida överlevnad skapades programmet *International Co-operative programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests* (ICP Forests) inom ramarna för CLRTAP. ICP Forests har sedan 1985 utfört skoglig markinvertering inom EU, i syfte att ge en ökad förståelse av luftföroreningars påverkan på skogsmark. Programmet har bidragit till en grund som lett till minskningen av luftföroreningar, vilket i sin tur förbättrat förhållanden i Europas skogsmarker (Sanders, et al. 2016). Sedan ICP Forests början har strategier för skoglig markinvertering utvecklats i programmet. Dessa har sedan kommit att utgöra en grund för markinverteringsprogrammet BioSoil.

BioSoil är ett demonstrationsprojekt som påbörjades som svar på Europeiska kommissionens generaldirektorat för miljöbestämmelser "Forest focus Regulation (EC) No 2152/2003. Målen med Forest focus regulation (EC) No 2152/2003 är att utveckla ett system för en omfattande och långvarig övervakning av skog för att 1) vidareutveckla övervakning av luftföroreningar och deras effekter, samt andra förhållanden som kan påverka skog, samt 2) bedöma och vidareutveckla kraven för övervakningen av mark, effekter från klimatförändring, kolbindning, biodiversitet och skogarnas skyddsfunktion. Enligt bestämmelsen ska målen uppnås genom att utföra studier, experiment, demonstrationsprojekt, försökstester och etablering av nya övervakningsmetoder. Genom "Forest focus regulations" skapas ett ramverk där medverkande EU-länder kan uppfylla de förpliktelser de

tagit sig an i CLRTAP och ICP Forests. Totalt deltar 40 länder i ICP Forests och i projektet BioSoil deltar 22 av dessa länder (B. De Vos, N. Cools, 2011).

Ett annat skogligt markinverteringsprogram som utförs på nationell nivå i Sverige är *Integrated monitoring* (IM). Programmet utförs av Svenska miljöinstitutet (IVL), Sveriges geologiska undersökningar (SGU), och Institutionen för vatten och miljö SLU (IVM, SLU) på uppdrag av Naturvårdsverket. I projektet ingår fyra områden; Gårdsjön, Aneboda, Kindla, och Gammtratten. De övergripande syftena med miljöövervakningen är att 1) långsiktigt tillgodose samhället med detaljerad kunskap och prognoser av förurning, eutrofiering, och metallpåverkan i svenska skogssystem baserade på samordnade mätningar och utvärderingar från små väldefinierade avrinningsområden; 2) sprida kunskap till allmänheten om vilka processer som påverkar skogens miljötillstånd, 3) bidra med underlag till utveckling av modeller för beräkning av t.ex. kritiska belastningsnivåer och framtida miljötillstånd; 4) tillhandahålla kunskap som nationellt och internationellt kan används vid förbättring av miljöåtgärder; samt 5) tillhandahålla kunskap som kan användas för att underlätta forskningsprojekt eller andra miljöövervakningsprogram (Löfgren, 2015).

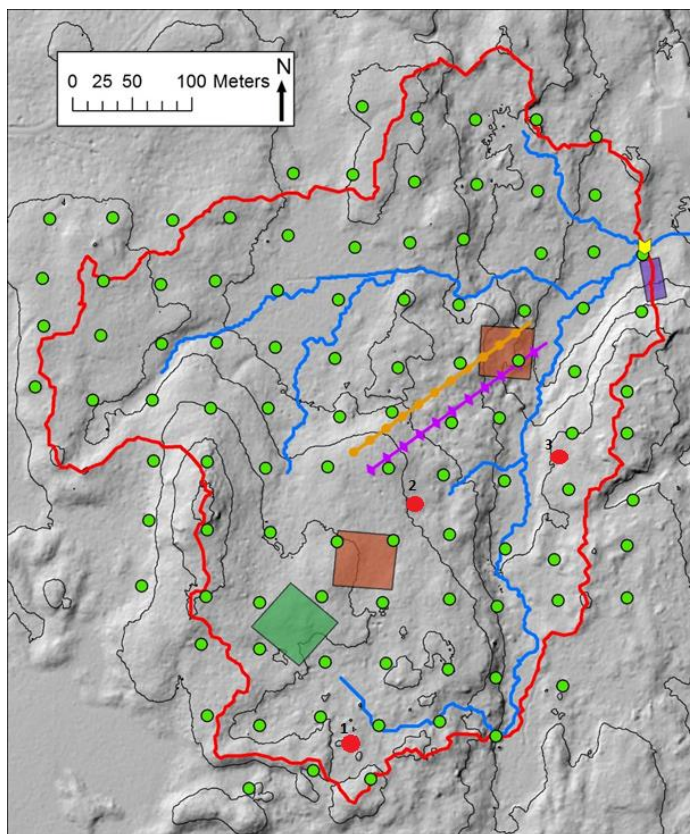
BioSoil och IM har olika syften och har annorlunda utförande. BioSoil har som syfte att bidra till en ökad förståelse hur tillståndet i skogliga markförhållandena är i Europeiska unionen (EU). För att spegla den spatiala fördelningen av markförhållandena i Sverige har jordprover tagits från 786 lokaler fördelade över Sverige. IM har som syfte att bidra till ökad detaljerad kunskap av processer som påverkar skogsmark. I IM ingår jordprov från fyra noggrant utvalda skogsekosystem. Utifrån urvalskriterierna av de studerade områdena är det rimligt att anta att BioSoil ger en god beskrivning av markförhållandena i svensk skogsmark. Hur väl IM områdena faller in i fördelningen av svensk skogsmark behöver belysas och detta visas i denna rapport.

Mål och syfte

Målet med arbetet är att undersöka likheter och avvikelser i de fyra IM områdena gentemot den svenska delen av BioSoil programmet. Syftet är att utröna representativiteten av IM områdena i förhållande till svensk skogsmark, som anses speglas i den svenska delen av BioSoil.

Metod

Jämförelsen är baserad på jordprovdata från BioSoil och IM utförda år 2006. För IM områdena utfördes provtagning av tre markprofiler i en transekt i varje avrinningsområde (fig. 1). Transekten är belägen i en sluttning och profilerna är uppdelade i olika delar av sluttningen. Avrinningsområden valdes ut då miljön ansågs representera generell svensk skogsmark. Vidare valdes jämförelsen att primärt baseras på den mellanliggande markprofilen då blöta jordar förekom i de nedre profilerna och de övre profilerna i flera fall saknade tillräckligt jorddjup.



Figur 1. *Avrinningsområdet i IM området "Aneboda" med den övre (1), mellanliggande (2) och nedre (3) markprofilen.*

Jordprovdata från BioSoil och IM har behandlats och sammanställts med hjälp av programmen JMP, och Microsoft Excel. Jämförelsen utfördes i fem olika skikt:

- Humuslager (O),
- mineraljorddjup om 0-10 cm (M01),
- mineraljorddjup om 10-20 cm (M12),
- mineraljorddjup om 20-40 cm (M24),
- mineraljorddjup om 40–80 cm (M48).

Antalet jordprover varierar för olika skikt i BioSoil. Generellt minskade antalen med jorddjupet och i de flesta fall förekom det hundratals prover från de övre skikten men bara ett 40-tal i de lägre skikten. I två av IM områdena förekom inte jordprov för vissa skikt i den mellanliggande markprofilen. I området "Aneboda" saknades jordprov för skiktet M48 och i det andra området "Gammtratten" saknades jordprov för djupen M12-M48. I Aneboda komplementerades jordprov från den nedre markprofilen och i Gammtratten där flera skikt inte var representerade valdes jämförelsen med BioSoil att baseras på den nedre markprofilen.

I jämförelsen av de olika projekten valdes ett mindre antal variabler ut där fokus ligger på markkemiska och till viss grad markfysikaliska variabler. Följande variabler analyserades:

- Jordmån

- Textur
- Volymvikt
- C, N, & C/N
- CEC & BS
- pH
- Aciditet
- Halter av ämnena; S, Al, Ca, Mg, K, Fe, P.

För att ge en god uppskattning av jordproverna i BioSoil har data från de olika skikten delats in i:

- Median
- nedre kvartil
- övre kvartil
- kvartilavståndet (bredden mellan nedre till övre kvartil).

Ytterligare anges det i texten om variabelvärden i de olika IM-områdena understiger %-percentilerna 2,5 eller 10 eller om de överstiger %-percentilerna 90, 97,5 eller maximumvärdet (högst uppmätta värdet) i BioSoil. Vid sådana värden bedöms det som en påtaglig avvikelse från BioSoils kvartilavstånd.

För att utföra en korrekt jämförelse mellan övervakningsprogrammen har analysmetoderna för IM baserats på samma metoder som använts inom BioSoil och en utförlig beskrivning av metoderna finns i Annex I i ICP Forests markmanual (FSCC. 2006).

Metoder som använts var extrakt för pH med H₂O, bestämd med pH-elektrod. För utbytbara joner har 0.1 M BaCl₂ använts, och för extraherade ämnen har *Aqua regia* använts som extraktionsmedel. Halterna har sedan mätts med hjälp av en atomabsorptionsspektrofotometer (AAS) eller en plasmaemissionspektrofotometer (ICP). Texturbestämningen har baserats på pipett- och fingertestmetoderna. Volymvikten är baserad på 105° ugnstorkning. C- och N-halter är baserad på torr förbränning.

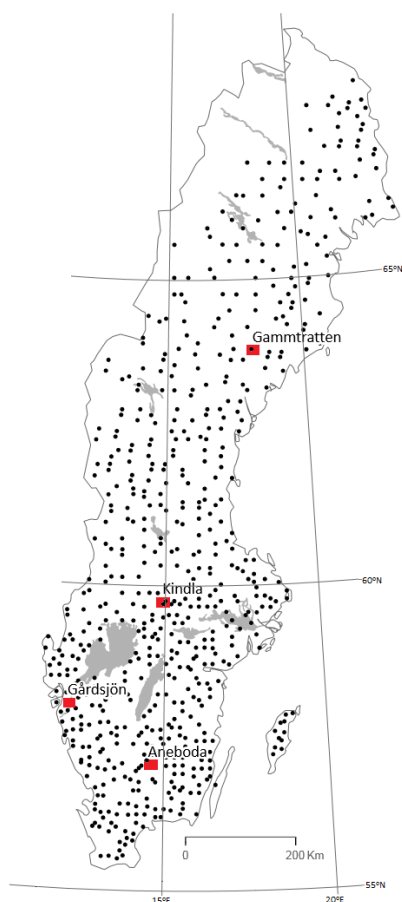
Texturproven för IM är utförda av SGU, separat från de provtagningar som utfördes 2006. SGUs provtagningar är baserade på en annorlunda skiktindelning än för de övriga variablerna varpå data för motsvarande djup M12 saknas för Aneboda, och djup M48 saknas för Kindla. Ytterligare erhöles inga prover utförda för Gårdsjön.

I markprofilerna i IM området förekom jordmån av typen podsol, leptosol och regosol. Utöver dessa jordmånstyper förekom även histosol, gleysol, umbrisol, cambrisol och arenosol i BioSoil. För att undvika variationer i jämförelsen som beror på skillnad i jordmån exkluderades data från BioSoil med jordmån som inte fanns representerade i IMs markprofiler. Totalt ingick 626 profiler (80 %) av de ursprungliga 786 markprofilerna från BioSoil.

För att belysa potentiella regionala skillnader inom Sverige och vad det kan ha för inverkan utfördes även en regional jämförelse mellan markprofilerna i BioSoil. Den regionala indelningen utgår från en approximation av en regional uppdelning utförd av Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 2007). Enligt approximationen delades Sverige in i tre regioner: norr om Lat: 60,41°, samt sydväst resp. sydöst om Long: 15,12°. I den regionala undersökningen granskades variablerna pH, CEC, BS, och C/N.

Valda områden

De jämförda markprofilerna är fördelade på 271 områden i norra Sverige, 202 områden i sydvästra Sverige, och 153 områden i sydöstra Sverige (fig 2). I IM ligger områdena Gårdsjön, Aneboda, och Kindla i den sydvästra regionen, och området Gammtratten ligger i den norra regionen. IM områdena i den sydvästra regionen Aneboda och Kindla gränsar till den sydöstra regionen (long 15,12°), och Gårdsjön är belägen innanför Västra Götalands kustlinje.



Figur 2. *Geografiska lägen av IM områdena Gårdsjön, Aneboda, Kindla och Gammtratten och de primärt jämförda områdena i BioSoil Sverige.*

Valet av områden i BioSoil baseras på ICP Forests level I ytor som är baserade på ett rutnät om 16x16 km. Rutnätet ger en jämn nationell fördelning och BioSoil kan därför anses representera förhållanden i svensk skogsmark.

Valet av områden inom IM-programmet har baserats på ett flertal kriterier. Nedan följer beskrivning av områdeskriterier, samt områdesbeskrivning enligt (Löfgren, 2015)

Områdena har en lång kontinuitet, och är utan skogsbruksåtgärder där mänskliga påverkan endast kommer från långväga luftföroreningar eller klimatpåverkan. Områdena har begränsats med avseende på geologi och vegetation så att de är så homogena som möjligt, är fria från sjöar och har liten andel myrmark. Området bör ha en bäck med vattenföring större delen av året. Ett avstånd på över 50 km till förorenade aktiviteter och utsläpp. Vidare krav som borde uppfyllas av områdena är att de har en storlek på 10-100 ha, är typiska för regionen de befinner sig i, och ligger långt från havet. Områden har även valts ut för att representera en typisk svensk skogsmark, dvs. dränerad morän. Torvjordar, blöta marker och brunjordar undveks vid valet av områdena.

Gårdsjön

Området i Gårdsjön är beläget på västkusten i Västra Götalands län. Området är 3,7 ha stort och domineras av tunna moräntäcken med en hög andel block och sten. Berggrunden består av yngre gnejsiga granitoider, och har en altitud på 114-140 m ö.h., en årsmedeltemperatur på + 6.7 °C samt en nederbörd på 1000 mm. Mätningar har pågått sedan 1970 men det blev ett IM-område i samband med projektets början 1995. Området var skogsklätt fram till början av 1900-talet då det avverkades. Fram till 1950-talet förekom betning i området. En senare gallring utfördes 1968, och 2012 gallrades 70 m². Avverkning utfördes 1980 på ca 0,5 ha som sedan återplanterades med tall. Ett mindre område (ca 0,2 ha) ingår i en större kalyta som togs upp under 1990-talet. 1999 drogs en traktörväg genom området.

Aneboda

Området i Aneboda är beläget på det sydsvenska höglandet i Kronobergs län. Området är 18,9 ha stort och utgörs av småbruten men också stor- och rikblockig morän med blöta marktyper samt granskog med inslag främst av tall, bok, och björk. Berggrunden består av granit, och området har en altitud av 210-240 m ö.h., en årsmedeltemperatur på + 5.8 °C, och en nederbörd på 750 mm. Undersökningar har förekommit i området sedan 1980-talet men det blev etablerat som ett IM-område först 1995. Under mitten av 1800-talet tros området ha blivit kalavverkat vilket följdes av en spontan skogsåterväxt. 2005 drabbades Sydsverige av stormen Gudrun och i det drabbade området stormfällades ca 15-20 % av träden. De fällda träden kom senare att attrahera barkborren (*Ips typographus* L.), och massiva utbrott kom 2008 att orsaka omfattad dödlighet bland äldre granar.

Kindla

Området i Kindla är 20,4 ha stort och beläget i Bergslagen i Örebro län. Topografin utgörs av småkullig terräng med större höjder och höjdskillnaden är ca 100 m. I området finns en liten myr, och barrskog med inslag av sumpskog och 100 årig ogallrad gran dominerar området. Berggrunden utgörs av Filipstadsgranit, och området har en altitud på 312-415 m ö.h., en årsmedeltemperatur på + 4.2°C, och en nederbörd på 900 mm. Kindla etablerades 1996 som IM-område. Under tidigare sekler har området varit kalavverkat i omgångar.

Gammtratten

Området i Gammtratten är beläget i Västernorrlands län. Området är 45 ha stort och har ett landskap som karakteriseras som Norrlands vågiga bergkullterräng. Berggrunden utgörs av rätan- och sorselegranit, och har en altitud på lägst 410 m och högst 545 m, en årsmedeltemperatur på + 1.2 °C, och en nederbörd på 750mm. Området utgör en sluttande dalsänka mellan bergen Siberget och Gammtratten. Vid sänkan samt den nedre delen av sluttningen finns flertalet trädbevuxna myrar.

Den nedre delen domineras av gran medan tall förekommer rikligt i den övre delen. Granen är i regel 100-150 år, medan tallen är flerhundraårig. Även glasbjörk, asp, och sälg förekommer. I mindre omfattning har skogen blivit påverkad av skogsbruket. Under 1900-talets början förekom dimensionsavverkning.

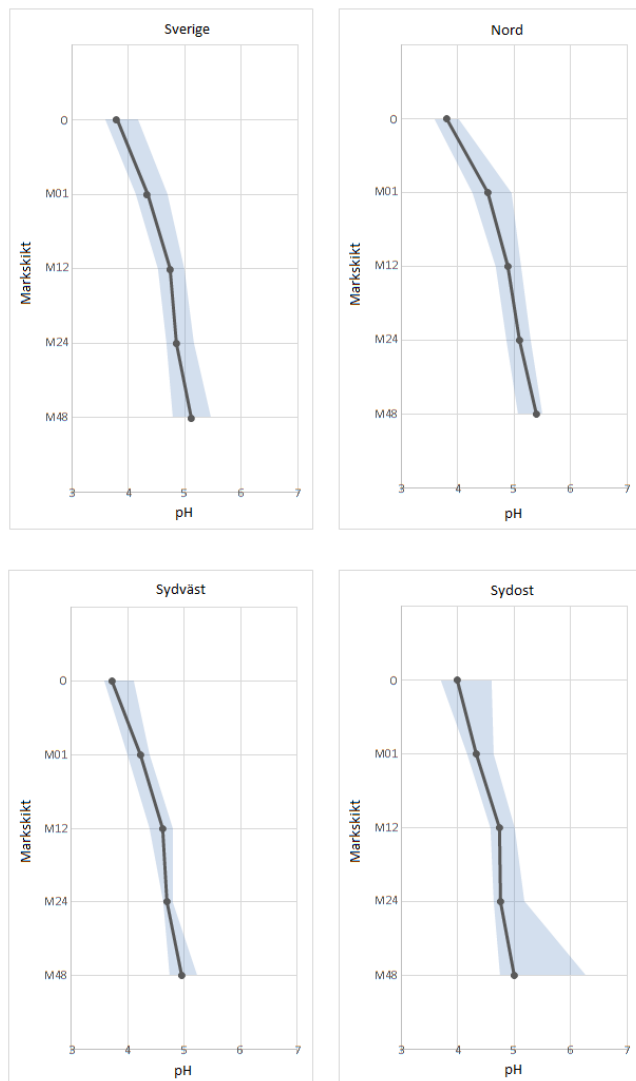
Resultat

BioSoil: Regional jämförelse

Uttalande variationer för vissa markfaktorer kan förekomma mellan regioner i Sverige. För att utvärdera hur stora variationerna mellan regioner i Sverige är utfördes en regional jämförelse baserad på BioSoil data mellan tre regioner i Sverige: norr, sydväst och sydost. I sydvästra Sverige förekommer en hög nederbörd som tillsammans med emissioner från Central Europas industri och den internationella sjöfarten bidrar till en högre deposition än i sydöstra, och framförallt norra Sverige (Naturvårdsverket, 2007).

pH_{H2O}

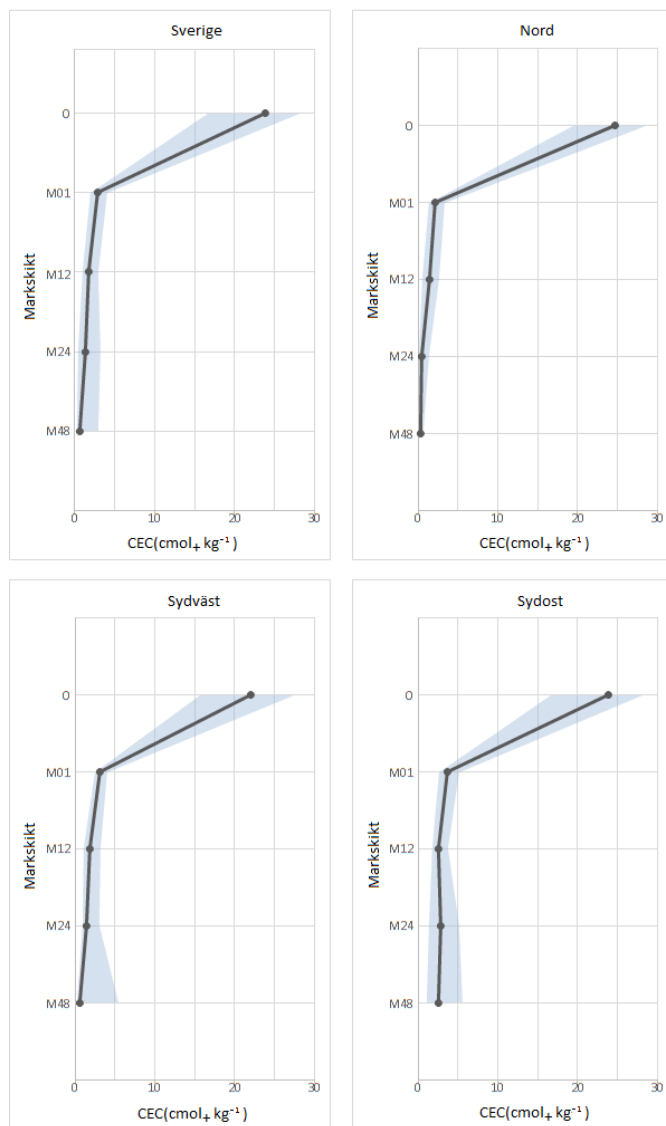
I den sydöstra regionens humuslager var median-pH-värdet 4,0, ca 0,2–0,3 enheter högre än i de övriga regionerna (fig. 3). I mineraljorden noterades ett högre pH än i humuslagret i samtliga regioner. I den norra regionen var pH-ökningen som störst och genom hela mineraljorden förekom median-pH värden 0,3–0,5 enheter högre än i de sydliga regionerna. I den sydöstra regionen fanns en stor skillnad mellan medianen och den övre kvartilen. En trolig förklaring till skillnaden är att flera områden inom regionen såsom Gotland har kalkrik mark vilket bidragit till högre pH.



Figur 3. Uppmätt pH genom markprofilen för medianen (svart linje), kvartilavståndet (blå area) för Sverige, samt norra, sydvästra, och sydöstra regioner. pH värdet är fördelat på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm).

Katjonbyteskapacitets (baserat på jonextraktion med 0,1 M BaCl₂)

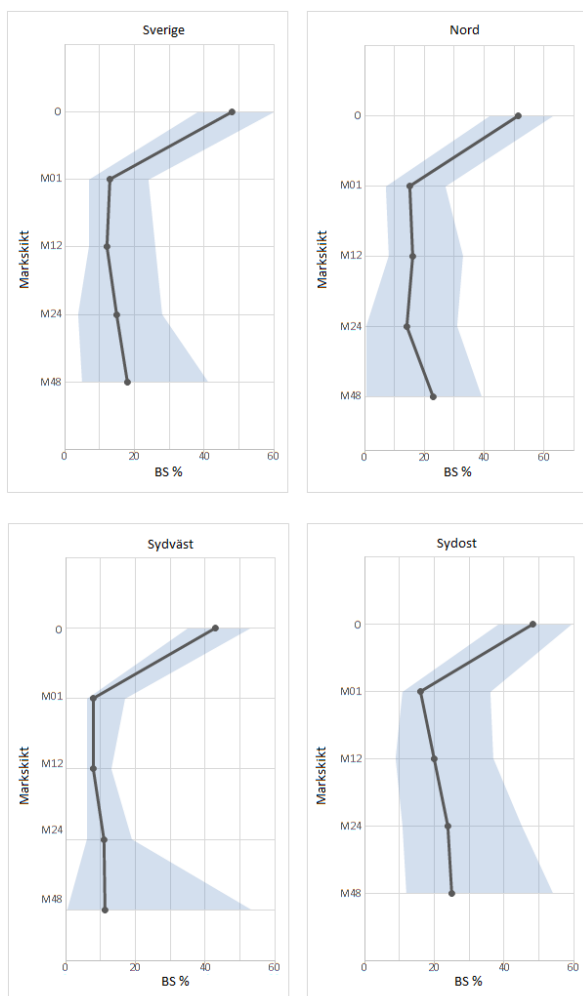
I humuslagret i den norra regionen var medianvärdet för katjonbyteskapacitetens (CEC) 24,7 cmol₊ kg⁻¹ vilket är ca 1,0 samt 2,5 cmol₊ kg⁻¹ högre än i sydöstra resp. sydvästra regionen (Fig. 4). I mineraljorden ändras förhållandena och medianvärdet för CEC i den norra regionen var betydligt lägre än i de båda sydliga regionerna. I det djupaste skiktet uppgick värdena till 2,5 cmol₊ kg⁻¹ för sydost, 0,6 cmol₊ kg⁻¹ för sydvästra och 0,3 cmol₊ kg⁻¹ för den norra regionen.



Figur 4. Uppmätt halt av katjonbyteskapaciteten (CEC) genom markprofilen för medianen (svart linje), kvartilavståndet (blå area) för Sverige, samt norra, sydvästra, och sydöstra regioner. CEC är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm).

Basmättnadsgrad (baserat på jonextraktion med 0,1 M BaCl₂)

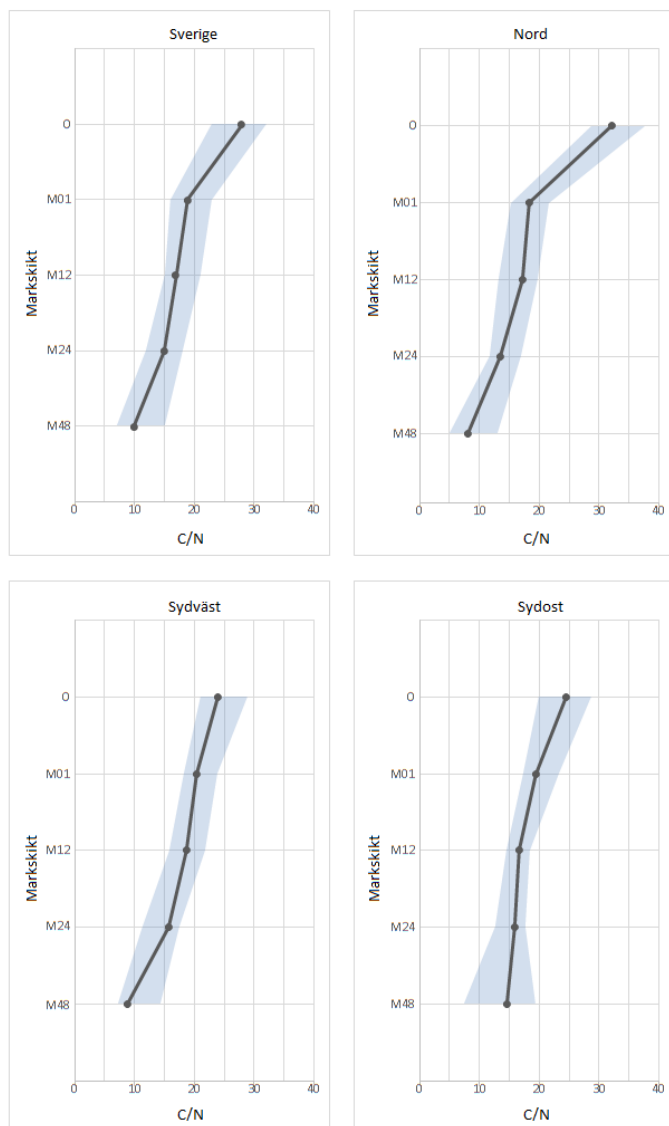
I humuslagret uppgick medianvärdet av basmättnadsgraden (BS) till 51 % i den norra, 48 % i den sydöstra, och 43 % i den sydvästra regionen (fig. 5). I mineraljorden var medianvärdet något högre för den sydöstra regionen än för den norra, och i sydväst förekom påtagligt lägre värden. I det djupaste skiktet var BS 25 % i sydost, 23 % i norra, och 11 % i den sydvästra regionen.



Figur 5. Uppmått basmättnadsgrad (BS) genom markprofilen för medianen (svart linje), kvartilavståndet (blå area) för Sverige, samt norra, sydvästra, och sydöstra regioner. BS är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm).

C/N

I humuslagret var medianvärdet för C/N 32 i den norra regionen och 25 i de två sydligare regionerna (fig. 6). I mineraljorden minskar skillnaderna mellan regionerna och i det övre skiktet var medianvärdet 21 i den sydvästra, 20 i den sydöstra, och 18 i den norra regionen.



Figur 6. Uppmätt C/N genom markprofilen för medianen (svart linje), kvartilavståndet (blå area) för Sverige, samt norra, sydvästra, och sydöstra regioner. C/N är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm).

Utbytbara joner (baserat på extraktion med 0,1 M BaCl₂)

I humuslagret fanns en tydlig variation av halten utbytbart K mellan regionerna där den norra regionen var dubbelt så höga som de sydliga regionerna (tabell 1). Halterna utbytbart Al och Mg var generellt högre i den sydvästra regionen, följt av den sydöstra regionen i humuslagret. Halten utbytbart Ca var däremot högst i sydöstra regionen, följt av den norra regionen.

Halterna utbytbart Fe i humuslagret var likartat för de tre regionerna.

I mineraljorden var halterna utbytbart Al generellt lägre i den norra regionen jämfört med de övriga regionerna. I skiktet M01 förekom utbytbart Ca i påtagligt högre halter i den norra regionen för den övre kvartilen. I skikten M12-M48 förekom emellertid betydligt högre halter i den sydöstra regionens övre kvartil vilket troligen bero på den kalkrika marken som finns i regionen. Likt humuslagret förekom ingen större variation mellan regionerna för halten utbytbart Fe. För halten utbytbart K visade den övre kvartilen högre värden i den norra regionen jämfört med de sydliga vilket antyder att stora variationer förekommer inom regionen.

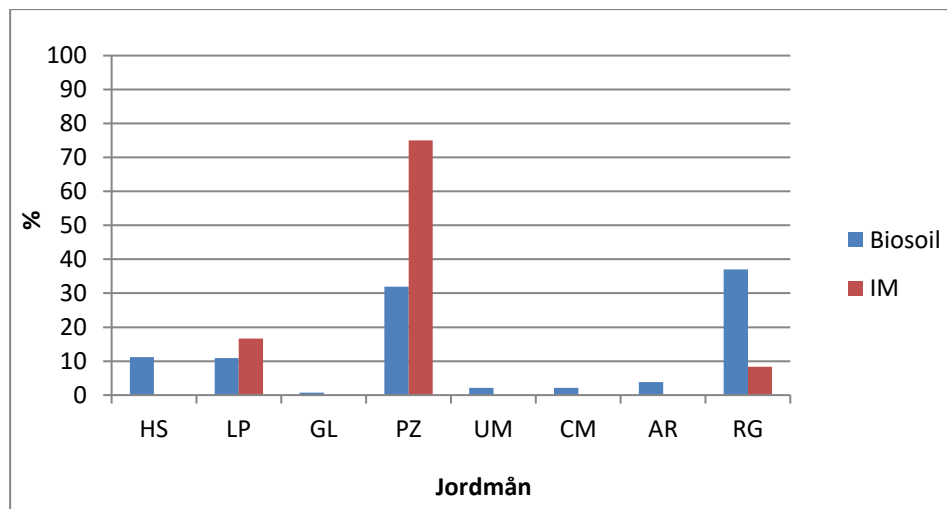
Tabell 1. *Halter av utbytbart Al, Fe, Ca, Mg, och K (cmol₊ kg⁻¹) för de norra, sydvästra, och sydöstra regionerna, samt Sverige. Halter för de utbytbara jonerna är fördelade på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm).*

	Sverige			Nord			Sydväst			Sydöst		
	25%	50%	75%	25%	50%	75%	25%	50%	75%	25%	50%	75%
M00												
Al	1.18	2.09	3.29	1.11	1.94	2.93	1.09	2.4	3.68	1.42	2.17	3.45
Fe	0.13	0.33	0.6	0.16	0.32	0.58	0.13	0.38	0.61	0.11	0.31	0.60
Ca	2.58	6.08	9.59	2.81	6.15	9.40	1.93	5.02	8.87	3.27	6.9	11.62
Mg	0.63	1.68	2.44	0.48	1.26	1.90	0.49	1.91	2.73	0.70	1.52	2.45
K	0.23	0.91	1.55	0.63	1.62	2.37	0.14	0.74	1.02	0.19	0.72	1.08
M01												
Al	1.18	1.87	2.55	0.90	1.29	2.16	1.82	2.40	3.15	1.50	2.03	2.66
Fe	0.06	0.12	0.27	0.03	0.08	0.18	0.08	0.17	0.34	0.08	0.20	0.33
Ca	0.10	0.38	5.74	0.08	0.43	9.05	0.09	0.19	0.67	0.18	0.39	3.59
Mg	0.05	0.12	1.07	0.03	0.11	2.15	0.05	0.10	0.37	0.08	0.15	0.91
K	0.03	0.07	0.85	0.03	0.08	1.13	0.03	0.06	0.17	0.05	0.09	0.34
M12												
Al	0.53	1.19	1.92	0.24	0.64	1.57	1.01	1.57	2.19	0.66	1.34	2.01
Fe	0.02	0.04	0.08	0.01	0.03	0.06	0.02	0.05	0.09	0.02	0.05	0.09
Ca	0.05	0.09	0.20	0.04	0.07	0.13	0.05	0.07	0.15	0.08	0.19	1.17
Mg	0.02	0.03	0.09	0.01	0.02	0.04	0.02	0.04	0.06	0.04	0.09	0.25
K	0.02	0.03	0.05	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.09
M24												
Al	0.14	0.39	1.00	0.12	0.33	0.52	0.66	0.87	1.98	0.07	0.31	1.51
Fe	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.10	0.01	0.01	0.03
Ca	0.03	0.05	0.17	0.01	0.04	0.16	0.03	0.04	0.12	0.05	0.10	2.63
Mg	0.01	0.02	0.06	0.01	0.01	0.05	0.01	0.02	0.09	0.02	0.04	0.14
K	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.05	0.12
M48												
Al	0.11	0.23	0.92	0.08	0.21	0.31	0.20	0.63	0.70	0.05	0.56	2.31
Fe	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.10
Ca	0.03	0.06	0.58	0.03	0.04	0.59	0.01	0.02	0.03	0.06	0.43	1.78
Mg	0.01	0.02	0.12	0.01	0.01	0.12	0.01	0.01	0.02	0.02	0.07	0.22
K	0.02	0.02	0.08	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.06	0.13

Markförhållanden för IM områden jämfört med BioSoil

Jordmån

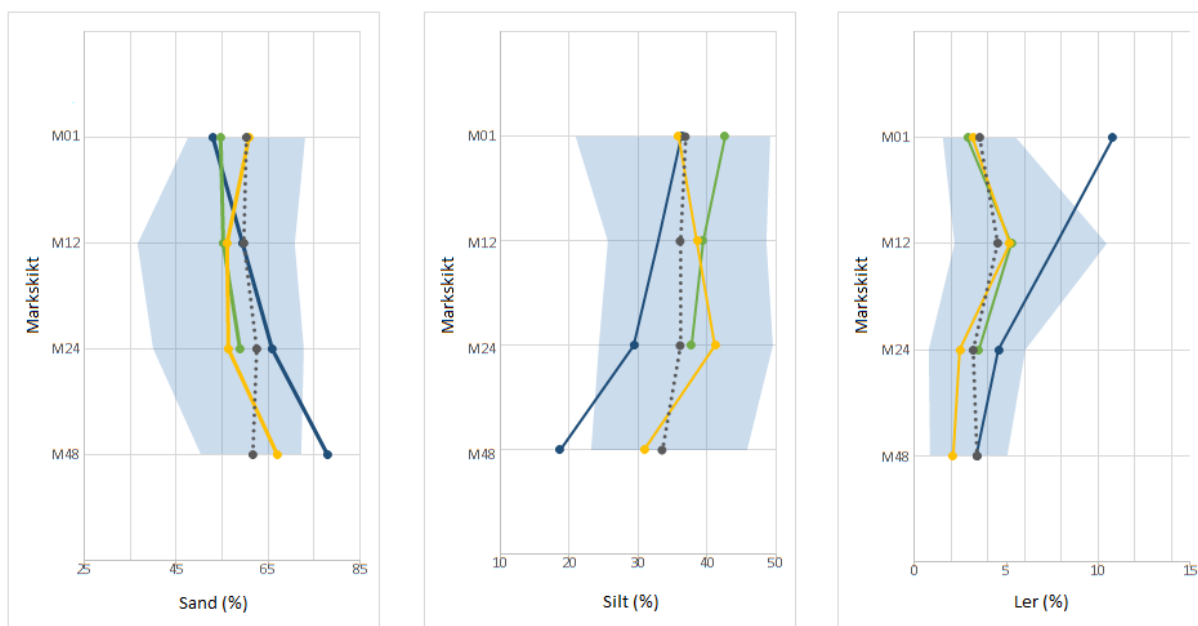
I BioSoil var den vanligaste jordmånen podsol, regosol, histosol, och leptosol (fig. 6). I mindre utsträckning förekom även gleysol, umbrisol, cambisol, och arenosol. I de utvalda markprofilerna i IM områdena förekom en hög andel podsol, och mindre andel leptosol och regosol. Av de markprofilerna som primärt ingick i jämförelsen med BioSoil förekom regosol i Gårdsjön och podsoler i Aneboda, Kindla, och Gammtratten. Detta beror på att urvalet av markprofilerna i IM har baserats på en miljö som är typisk för svensk skogsmark medan urvalet av markprofiler i BioSoil baserades på geografisk fördelning. Detta innebär att histosol och mindre vanliga jordmåner utesluts i IM och att jordmånsfördelningen i fig. 6 inte nödvändigtvis representerar hur jordmånsfördelningen ser ut i de olika IM områdena.



Figur 6. Fördelning av jordmån Histosol (HS), Leptosol (LP), Gleysol (GL), Podsol (PZ), Umbrisol (UM), Cambisol (CM), Arenosol (AR), Regosol (RG) för proverna för BioSoil (blå) och IM (röd).

Textur

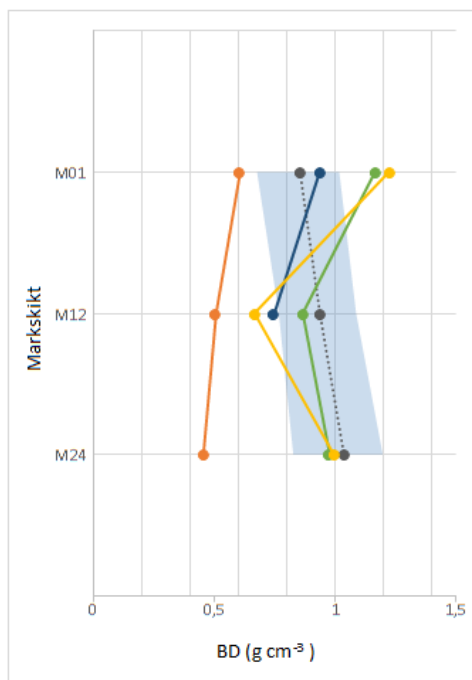
I det övre skiktet av mineraljorden var BioSoils medianvärde för sand 60,3 %, andelen silt 36,9 % och andelen ler 3,5 % (fig. 7). Med jorddjupet förekom variationer i medianvärdet uppåt 3 %enheter för sand och silt, och uppåt 1 % för ler. I jämförbara IM områden saknas värden för skiktet M12 i Aneboda, och M48 i Kindla. Jämförbara värden i Aneboda avvek från kvartilavståndet för sand med ett högre värde och silt med ett lägre värde i skiktet M48 samt ett påtagligt högre värde för ler i skiktet M01. Jämförbara värden i Kindla och Gammtratten var till stor del likartade de för BioSoils median genom jorddjupet.



Figur 7. Andelar sand, silt och ler genom markprofilen i Aneboda (blå), Kindla (grön), Gammtratten (gul), BioSoils; median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). Markprofilen är fördelad på fyra markskikt; M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40 cm), M48(40-80 cm). Jordprov för samtliga markskikt fanns i Gammtratten, för skikten M01-M24 fanns jordprov i Kindla, och för skikten M01, samt M24-M48 fanns jordprov i Aneboda.

Volymvikt

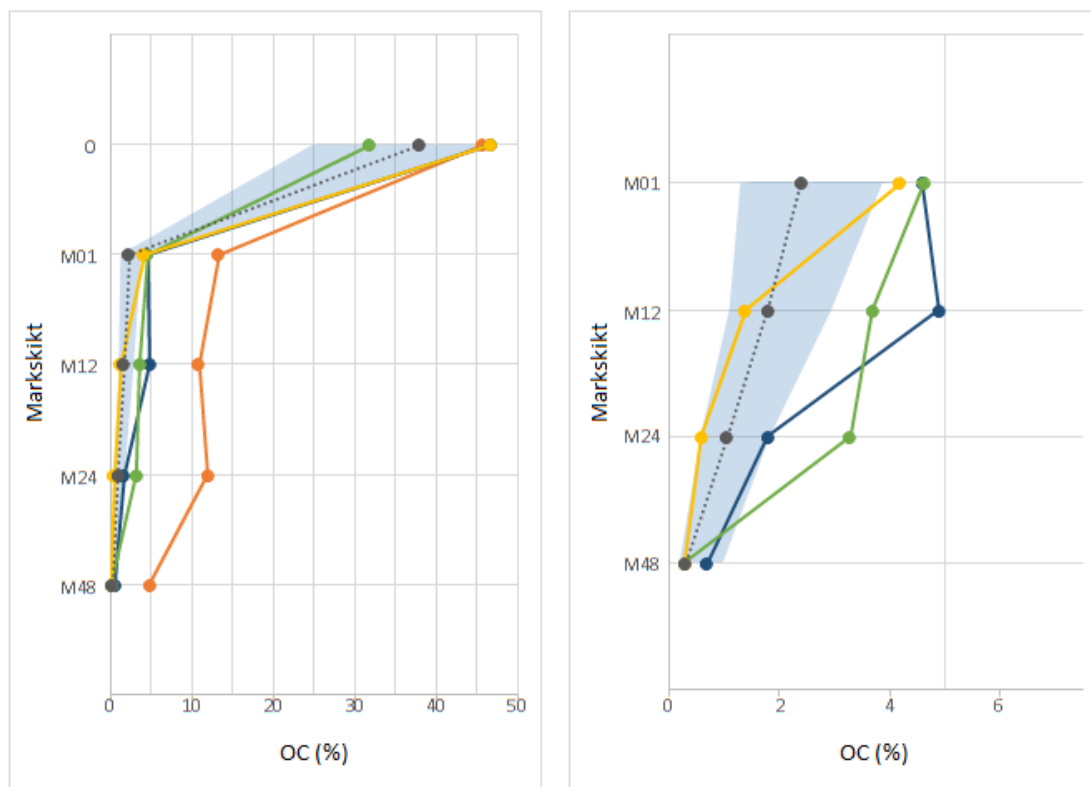
I det övre markskiktet av mineraljorden uppgick medianvärdet till $0,86 \text{ g cm}^{-3}$ i BioSoil (fig. 8). En gradvis ökning noterades med jorddjupet. I det djupaste skiktet var medianvärdet $1,04 \text{ g cm}^{-3}$. I Gårdsjöområdet förekom i det övre skiktet värden lägre än för den nedre kvartilen. Med jorddjupet minskade volymvikten i Gårdsjön och i de två lägre skikten förekom uppmätta värden lägre än för BioSoils 2,5-percentil. I de andra IM områdena förekom avvikelser högre än kvartilavståndet i Kindla och Gammtratten för skiktet M01, och avvikelser lägre än kvartilavståndet i Aneboda och Gammtratten för skiktet M12.



Figur 8. Volymvikten genom markprofilen i Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). Volymvikten är fördelad på tre markskikt; M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm). Jordprov för samtliga markskikt fanns i Gårdsjön, Kindla, och Gammtratten. Endast jordprov för skikten M01-M12 fanns i Aneboda.

Kol, kväve, och CN-kvot

Halten organiskt kol var högst i humuslagret och var klart lägre i mineraljorden för både BioSoil och IM (fig. 9). Avtagande värden fortsatte med djupet i marken. I humuslagret var halten organisk kol för IM områdena hög och likartad halten för BioSoils övre kvartil. Undantag fanns i Kindla där halten var lägre än medianvärdet. I mineraljorden avvek Gårdsjön tydligt från både kvartilområdet och de övriga IM områdena och med jorddjupet förekom kolhalter högre än 97,5-percentilen i BioSoil. Även i Aneboda och Kindla var halterna högre än den övre kvartilen i flera skikt. I Gammtratten observerades en kraftig minskning av halten organisk kol med djupet. Halten är dock inom kvartilavståndet.

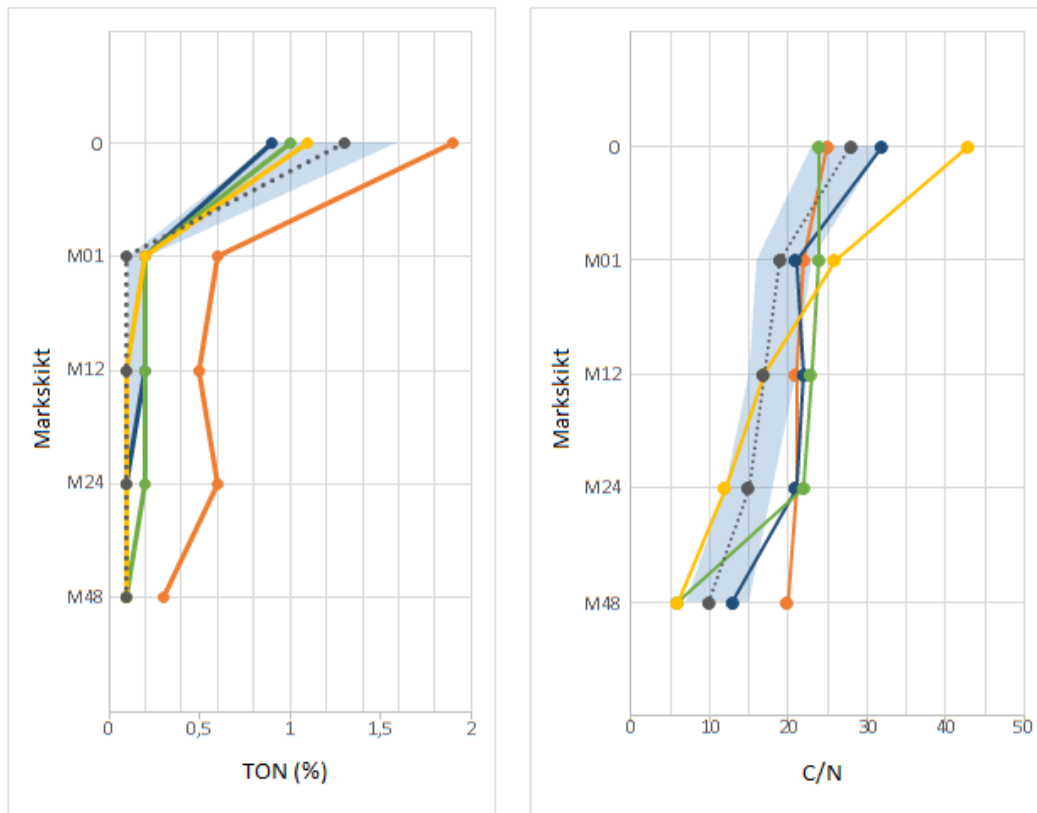


Figur 9. Halten organiskt kol (OC) för Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). OC är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10 cm), M12 (10-20 cm), M24 (20-40 cm), M48 (40-80 cm). T.h. OC exkl. humuslagret och Gårdsjöområdet.

Av de ytterligare två markprofiler som undersöktes i Aneboda men som inte primärt fanns med i jämförelsen med BioSoil (se sid. 2) var halten organiskt kol inom ramen för BioSoils kvartilavstånd. Den höga halten organiskt kol i den jämförda markprofilen kan därför vara avvikande från områdets allmänna förhållanden. Det är därför osäkert om den jämförda profilen ger en representativ bild av halten organiskt kol i Aneboda. Detta innebär även en viss osäkerhet för resultatet av utbytbara joner extraherade med BaCl_2 samt resultaten för CEC och BS som baseras på dessa.

För BioSoil var humuslagrets medianhalt för organiskt kväve 1,3 % (fig. 10). Kvävehalten i mineraljorden var betydligt lägre och uppgår till 0,1 %. Medianhalten är sedan i stort sett oförändrad med jorddjupet. Liknande mönster förekom i Aneboda, Kindla och Gammtratten. I Gårdsjöområdet förekom påtagligt höga kvävehalter som överskred BioSoils 90-percentil i humuslagret och maximumvärdet för flera av skikten i mineraljorden.

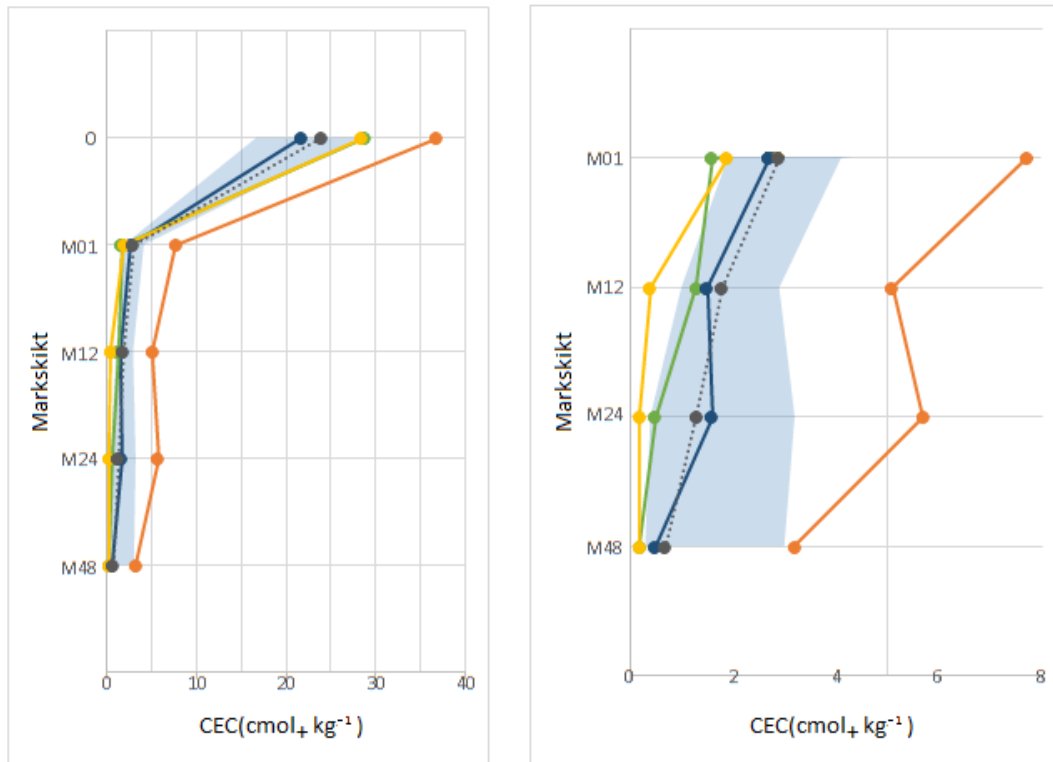
Medianvärdet för C/N var 28 i humuslagret i BioSoil (fig. 10). Med djupet noterades en gradvis minskning och i det undre skiktet var medianvärde för C/N 10. I Gammtrattens humuslager var C/N 43 vilket var högre än BioSoils 90-percentil. Med djupet förekom en kraftig minskning och i det undre skiktet var C/N 6 i Gammtratten. I de övriga IM områdena är C/N relativt konstant och uppgår till värden mellan 20-25 genom profilen. Undantag återfanns i humuslagret i Aneboda, och i det undre skiktet i Aneboda, och Kindla där relativt låga kvoter noterades.



Figur 10. Totala kvävehalten (TON), och C/N för Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils; median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). TON och C/N är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm).

Katjonbyteskapacitet (baserat på jonextraktion med 0,1 M BaCl₂)

I humuslagret uppgick BioSoils median CEC till 23,9 cmol₊ kg⁻¹ (fig. 11). I mineraljorden förekom ett påtagligt lägre CEC med medianvärde i mineraljordens övre skikt på 2,9 cmol₊ kg⁻¹. Med jorddjupet avtog CEC än mer och i det djupaste skiktet var medianvärdet 0,7 cmol₊ kg⁻¹. Liknande mönster med ett högt värde i humuslagret och ett alltmer sjunkande värde i mineraljorden förekom även i IM områden. I Gårdsjöområdet förekom dock påtagligt högre värden än i BioSoil genom hela markprofilen. Både i humuslagret och i flera skikt i mineraljorden var CEC högre än 90-percentilen i BioSoil. I Gammtrattens humuslager förekom ett högt CEC, som minskade i mineraljorden och var lägre än den nedre kvartilen i flera skikt. I Kindla förekom ett högt värde i humuslagret, och lägre värden i mineraljorden. Genom hela profilen var värdet i Aneboda likartad medianvärdet i BioSoil.

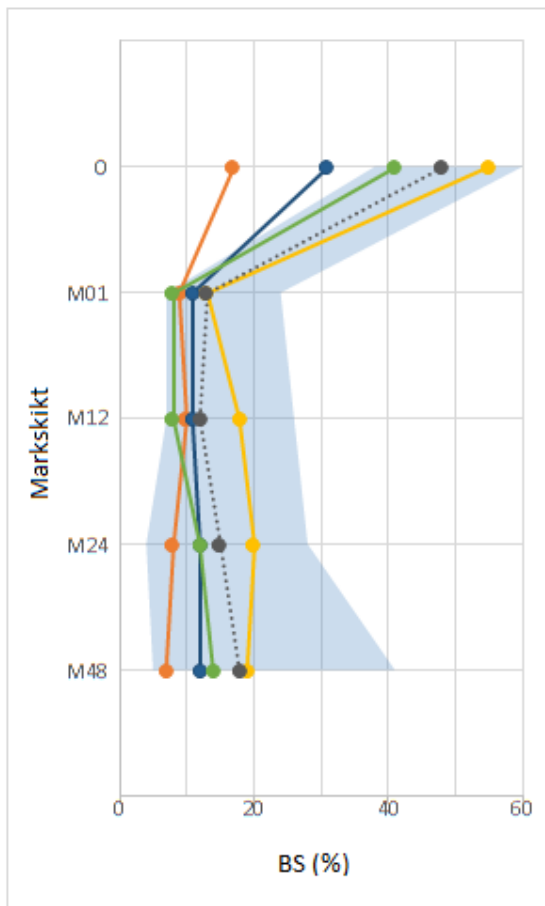


Figur 11. Katjonbyteskapacitet (CEC) genom markprofilen i Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils; median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). CEC är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm). T.h CEC exkl. humuslagret för tydligare skala för CEC.

Basmättnadsgrad (BS: baserat på jonextraktion med 0,1 M BaCl₂)

I humuslagret uppgick medianvärdet för BS till 48 % i Biosoil (fig. 12). I mineraljordens övre skikt var medianvärdet påtagligt lägre men med större jorddjup ökade BS svagt och i det undre skiktet uppgick medianvärdet för BS till 18 %.

För IM områdena var BS i humuslagret lägre än kvartilavståndet för Gårdsjön och Aneboda. I Gårdsjön var BS lägre än 10-percentilen i BioSoil. I Kindla och Gammtratten förekom ett lägre respektive högre BS dock inom kvartilavståndet. I mineraljorden var de uppmätta värdena för alla IM områden inom ramen av kvartilavståndet. I Gårdsjön, Aneboda, och Kindla var BS lägre och Gammtratten något högre än medianen i BioSoil.

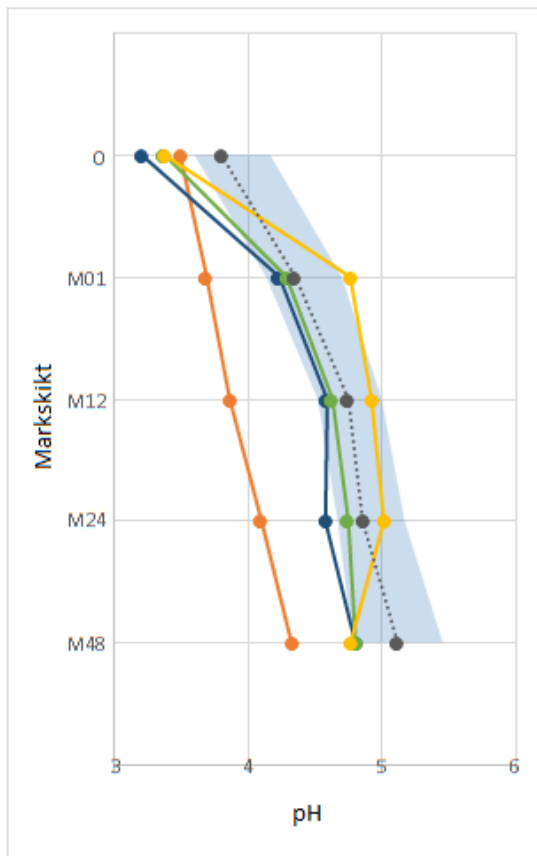


Figur 12. Basmättnadsgraden (BS) genom markprofilen för Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). BS är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm).

Av de ytterligare två markprofilerna som undersöktes i Gårdsjön men som inte primärt ingick i jämförelsen med BioSoil (se sid. 2) var basmättnadsgraden i humuslagret likartad BioSoils medianhalt. Den låga BS i den jämförda markprofilen kan därför vara speciell för just den profilen, och ger möjligtvis inte den generella bilden av förhållandena i Gårdsjön-området.

pH_(H2O)

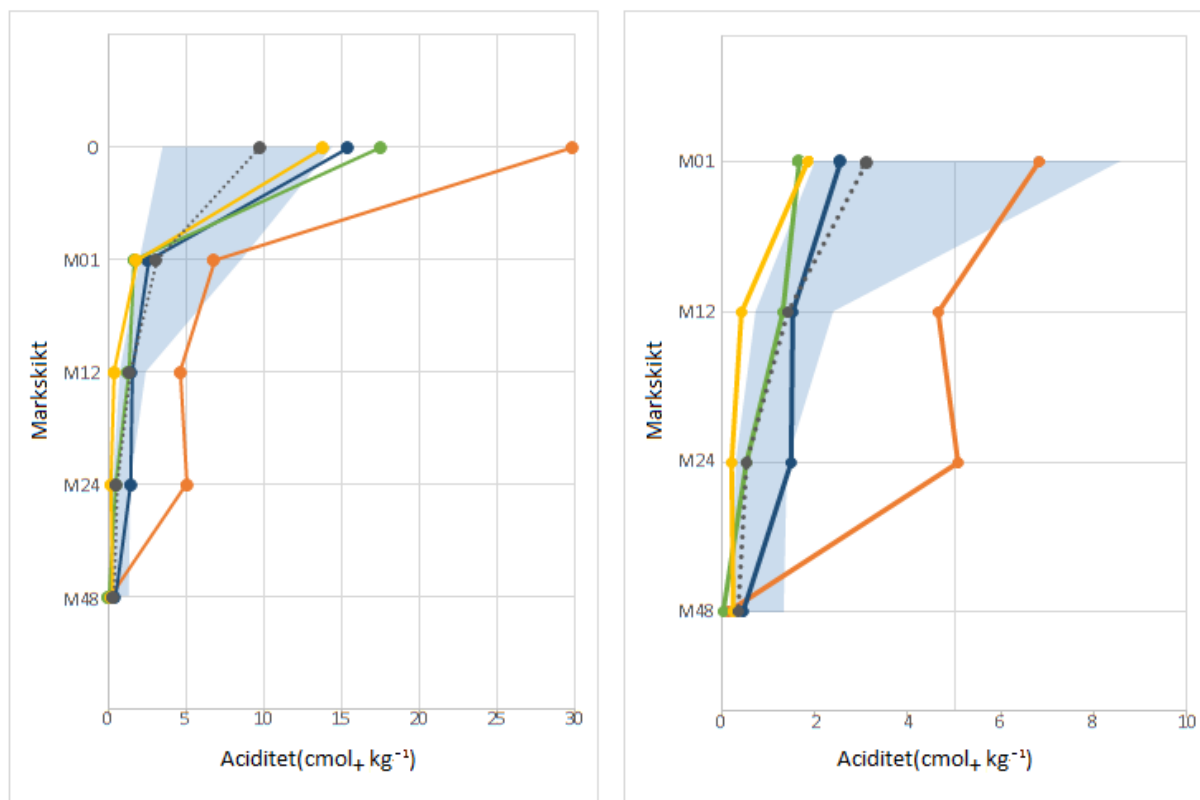
BioSoils median-pH uppgick till 3,8 i humuslagret (fig. 13). I mineraljorden var medianen högre, 4,4. Med jorddjupet steg pH än mer och i det djupaste skiktet var medianvärdet 5,1. I humuslagret var pH betydligt lägre i IM områdena än för BioSoils kvartilavstånd. I Kindla och Gammtratten var pH värdet lägre än 10-percentilen och i Aneboda var det lägre än 2,5-percentilen. I mineraljorden var pH-värdet i Gårdsjön påtagligt lägre än både kvartilavståndet och de övriga IM områdena och för flera skikt var värdena lägre än 2,5-percentilen i BioSoil. I Aneboda och Kindla var pH i den nedre kvartilen för BioSoil, medan Gammtratten hade pH-värden i den övre kvartilen.



Figur 13. pH genom markprofilen för Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). pH är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10 cm), M12 (10-20 cm), M24 (20-40 cm), M48 (40-80 cm).

Aciditet (baserat på jonextraktion med 0,1 M BaCl₂)

Medianaciditeten i BioSoil var som störst i humuslagret (fig. 14). I mineraljorden noterades lägre värden och aciditeten avtog med jorddjupet. I IM områdenas humuslager uppgick aciditeten, med undantag för Gammtratten till värden högre än den övre kvartilen i BioSoil. I Kindla var aciditeten högre än BioSoils 90-percentil och i Gårdsjön högre än maximumvärdet. I mineraljorden avvek aciditet påtagligt från kvartilavståndet i två av skikten i Gårdsjön. Likt humuslagret var aciditeten vid båda skikten över den 90-percentilen. I Aneboda och Kindla var aciditeten inom ramen för kvartilavståndet och i Gammtratten var den strax under.

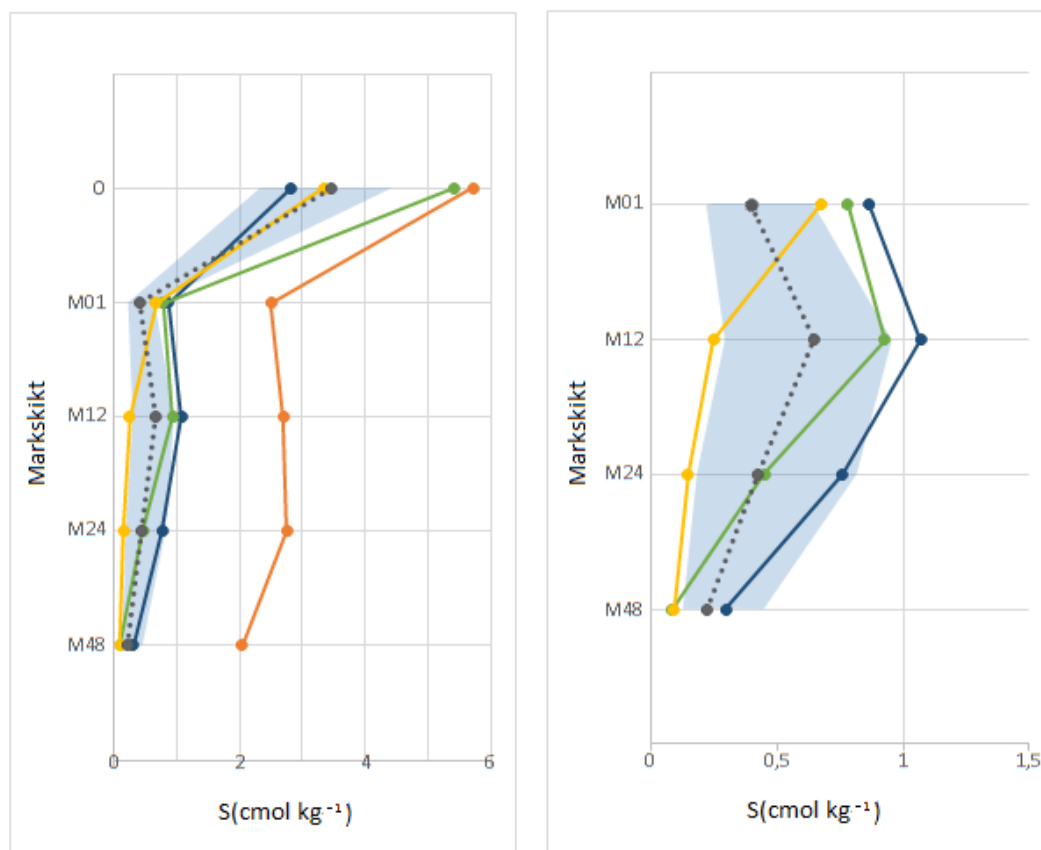


Figur 14. Halten utbytbar aciditet för Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils; median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). Aciditeten är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm). T.h. exkl. humuslagret för tydligare x-axelskala.

Av de ytterligare två markprofilerna som undersöktes i Gårdsjön men som inte ingick i jämförelsen med BioSoil (se sid. 2) uppgick den utbytbara aciditeten till halter likartad de i Kindla och Aneboda. Den höga halten aciditet i den jämförda profilen kan därför vara avvikande, och inte ge en representativ bild av området.

S (Aqua regia)

I humuslagret för BioSoil var medianhalten aqua regia-extraherbart S 3,5 cmol+ kg⁻¹ (fig. 15). I mineraljorden var halten betydligt lägre, 0,4 cmol+ kg⁻¹. Med ökande jorddjup steg halten till skikt M12 för att sedan avta. I det djupaste skiktet var medianhalten 0,2 cmol+ kg⁻¹. I humuslagret i Gårdsjön och Kindla förekom påtagligt höga värden som hamnade strax över respektive strax under 90-percentilen i BioSoil. I Aneboda och Gammtratten var halterna nära medianhalten. Även i Gårdsjöns mineraljord förekom påtagligt höga värden. För samtliga skikt överskred områdets S-halt 90-percentilen i BioSoil. I både Aneboda och Kindla förekom det något högre halter extraherat S i de övre skikten men även halter inom kvartilavståndet. I större delen av mineraljorden i Gammtratten förekom en något lägre halt än för den nedre kvartilen.



Figur 15. Halten Extraherat svavel genom markprofilen i Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils; median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). Markprofilen är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01(0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm). T.h. extraherat S exkl. humuslagret och Gårdsjöområdet för tydligare skalupplösning.

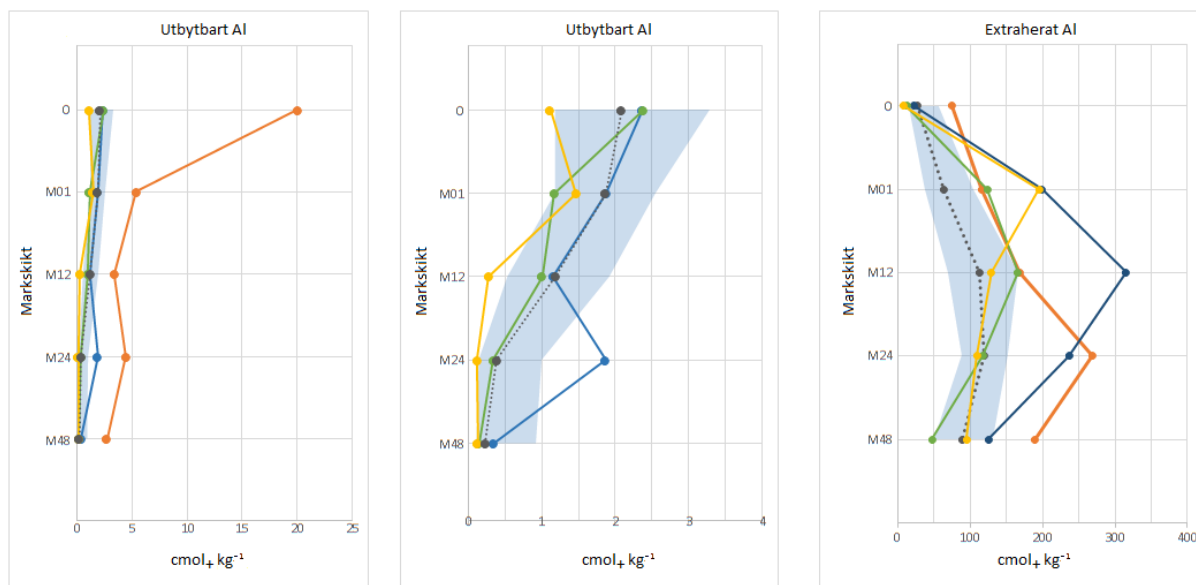
Av de ytterligare två markprofiler som undersöktes i Kindla men som inte primärt ingick i jämförelsen med BioSoil (se sid. 2) var halten extraherat S inom kvartilavståndet för BioSoil. Den höga halten S i den jämförda profilen kan därför vara speciell för profilen och det är osäkert om den ger en generell bild av Kindla-området.

Al

I humuslagret uppgick medianhalten utbytbar Al till 2,09 cmol₊ kg⁻¹ för BioSoil (fig. 16). En minskning noterades i mineraljorden och minskningen fortsatte med jorddjupet. I det djupaste skiktet uppgick medianhalten till 0,23 cmol₊ kg⁻¹. Genom hela markprofilen var halten utbytbar Al i Gårdsjöområdet påtagligt högre än halten för BioSoils övre kvartil. I humuslagret var halten högre än maximumvärdet och i mineraljorden var samtliga lager över 90-percentilen i BioSoil. I de övriga IM områdena förekom enstaka avvikelser från BioSoils kvartilområde. I de flesta skikten var halterna i Aneboda och Kindla likartad medianhalten och i Gammtratten förekom halter likartad BioSoils undre kvartil.

I humuslagret uppgick medianhalten extraherat Al till 27,84 cmol₊ kg⁻¹ i BioSoil (fig. 16). Högre värden förekom i mineraljordens övre skikt där medianhalten var 63,67 cmol₊ kg⁻¹. Halten fortsatte att stiga med jorddjupet till skikt M24 och avtog sedan i det djupaste skiktet där medianhalten uppgick till 88,96 cmol₊ kg⁻¹. I humuslagret förekom det högre halter extraherat Al i Gårdsjön, och lägre halter i Kindla och Gammtratten än för BioSoils kvartilområde. I mineraljorden förekom det däremot

påtagligt högre halter framförallt i Aneboda där halten extraherat Al är högre än 90-percentilen i BioSoil. I Gårdsjön fanns även i de djupaste skikten avvikelser från kvartilavståndet. I Kindla förekom en variation av halterna som dock var inom kvartilavståndet i BioSoil. I Gammtratten var halten till större del likartad den för medianen.



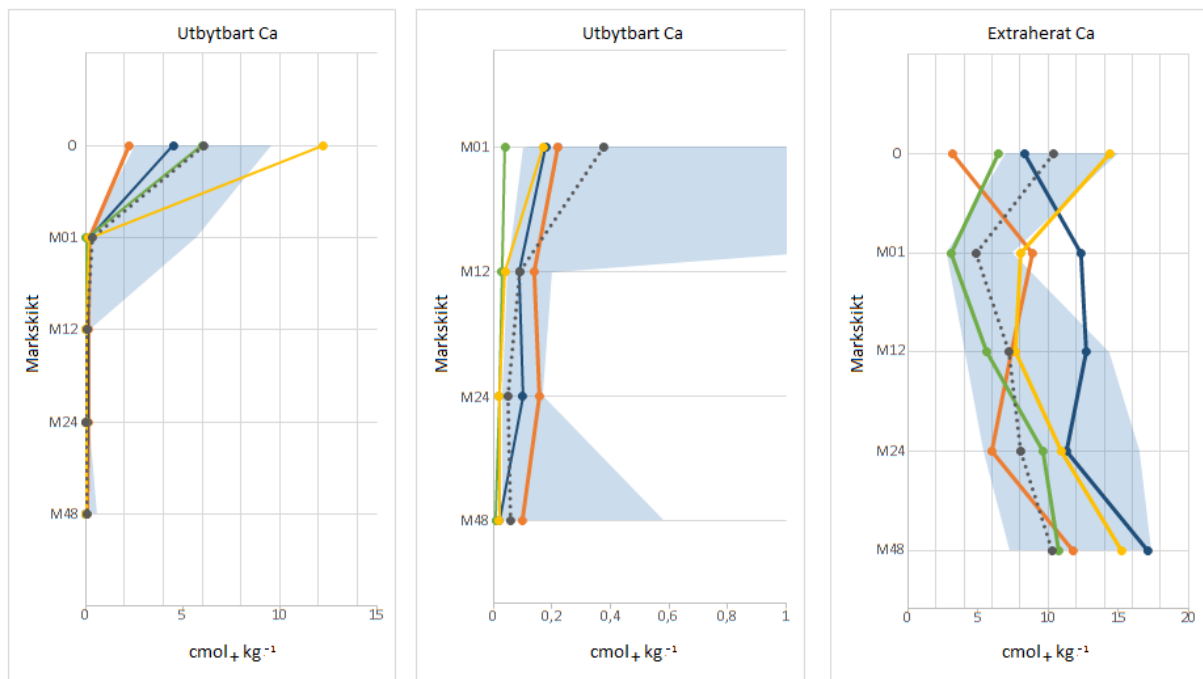
Figur 16. Halten Al genom markprofilen i Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils; median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). Markprofilen är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm). Mittenbild utbytbart Al exkl. Gårdsjöområdet.

Av de ytterligare två markprofilerna som undersöktes i Gårdsjön men som inte primärt ingick i jämförelsen med BioSoil (se sid. 2) var Al-halten inom ramarna för BioSoils kvartilavstånd. De höga halterna Al som uppvisades i jämförelsen kan därför vara speciell för den jämförda markprofilen och det är osäkert om markprofilen ger en generell bild av Gårdsjön.

Ca

Medianhalten utbytbart Ca var i humuslagret 6,08 $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$ för BioSoil (fig. 17). I mineraljordens övre skikt noterades klart lägre medianhalt som var 0,38 $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$. Med ökande markdjup fortsatte minskningen och i det djupaste skiktet uppgick medianhalten till 0,06 $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$. I humuslagret fanns halter högre än kvartilavståndet för Gammtratten och lägre för Gårdsjön. I mineraljorden i Kindla och Gammtratten förekom halter i ett flertal skikt lägre än BioSoils nedre kvartil. I Gårdsjön och Aneboda var halterna utbytbart Ca i mineraljorden till större delen inom ramen för BioSoils kvartilavstånd.

Medianhalten extraherat Ca uppgick i humuslagret till 10,38 $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$ i BioSoil (fig 17.). I Gårdsjön förekom en halt lägre än 10-percentilen i BioSoil. Även i Kindla förekom en halt lägre än kvartilområdet medan både Aneboda och Gammtratten var inom detta. I mineraljordens övre skikt var medianhalten extraherat Ca i BioSoil påtagligt lägre än i humuslagret och uppgick där till 4,92 $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$. Med jorddjupet ökade halten extraherat Ca, och i det undre skiktet uppgick den till 10,33 $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$. Liknande mönster noterades i Gammtratten och Kindla, och ett nästintill omvänt mönster noterades för både Gårdsjön och Aneboda.



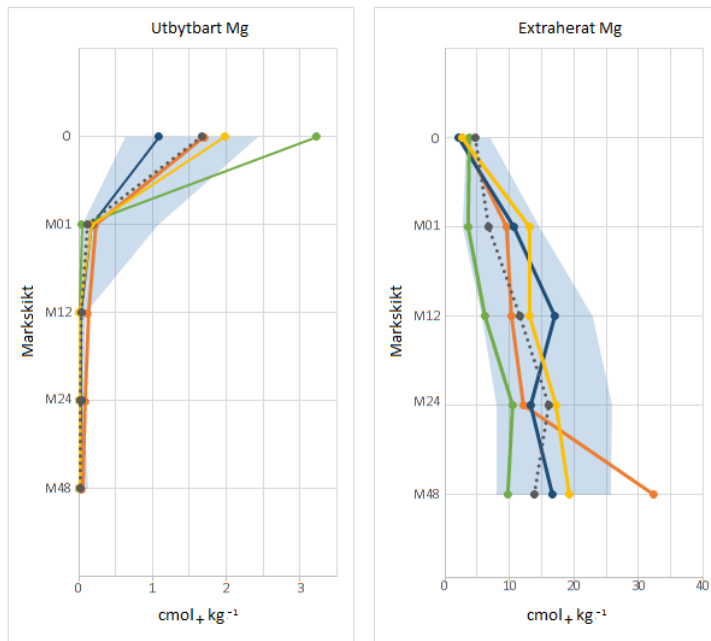
Figur 17. Halter Ca genom markprofilen för Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils; median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). Halten Ca är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm). Mittenbild. utbytbart Ca exkl. humuslagret.

Av de ytterligare två markprofiler som undersöktes i Gammtratten men som inte primärt ingick i jämförelsen med BioSoil (se sid. 2) förekom halter utbytbart Ca inom ramarna av kvartilavståndet i humuslagret. Det är därför osäkert om den höga halten av utbytbart Ca är representativ för Gammtratten-området.

Mg

Medianhalten utbytbart Mg i humuslagret var 1,68 $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$ för BioSoil (fig. 18). I mineraljordens övre skiktuppgick medianhalten till 0,12 $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$. Med djupet fortsatt medianhalten att avta och i det djupaste skiktet uppgick halten till 0,02 $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$. Liknande mönster förekom i IM områdena. I Kindla fanns i humuslagret en högre halt utbytbart Mg än för BioSoils kvartilavstånd. Halten uppgick till 3,23 $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$, vilket är över det dubbla värdet av BioSoils övre kvartil.

Medianhalten extraherat Mg var 4,65 $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$ i BioSoils humuslager (fig 18). I mineraljorden var halten högre. Halten ökade med djupet till skiktet M24. I det undre skiktet var medianhalten 13,84 $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$. Halterna extraherat Mg var i IM områdena inom ramen för BioSoils kvartilavstånd. Undantag fanns för det undre skiktet i Gårdsjön där halten var högre än BioSoils övre kvartil. I Kindla var halten högre i humuslagret, och lägre i mineraljorden än i de övriga IM områdena. I både Aneboda och i Gammtratten var halterna över medianhalten i ett flertal skikt. I Gårdsjön fanns halter både över och under medianhalten.

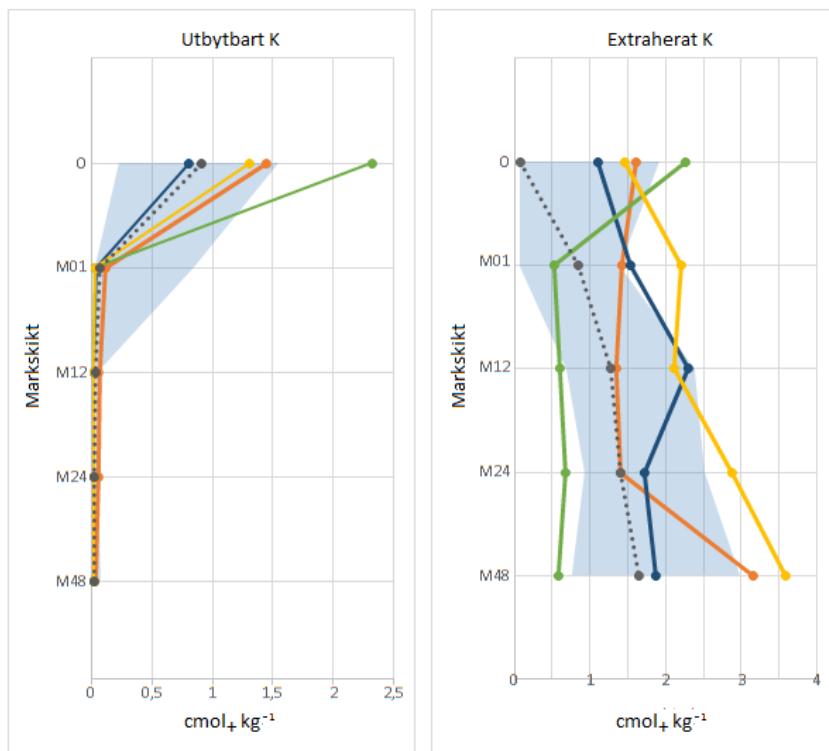


Figur 18. Halter Mg genom markprofilen för Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils; median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). Mg är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm).

K

Medianhalten utbytbart K var i humuslagret $0,91 \text{ cmol}_+ \text{ kg}^{-1}$ i BioSoil (fig. 19). I mineraljorden noterades lägre värden och medianhalten uppgick där till $0,07 \text{ cmol}_+ \text{ kg}^{-1}$. Med jorddjupet avtog halten än mer och i de djupare skikten beräknades halten utbytbart K till halva detektionsgränsen ($0,02 \text{ cmol}_+ \text{ kg}^{-1}$). I IM områdena förekom liknande mönster med undantag för humuslagret i Kindla där halten utbytbart K var högre än både kvartiområdet och 90-percentilen.

Medianhalten extraherat K var i humuslagret $0,08 \text{ cmol}_+ \text{ kg}^{-1}$ i BioSoil (fig. 19). I mineraljorden noterades klart högre värden som blev än högre med jorddjupet och i det djupaste skiktet uppmättes medianhalten till $1,66 \text{ cmol}_+ \text{ kg}^{-1}$. I Kindlaområdets humuslager förekom en halt extraherat K högre, och i mineraljorden en lägre halt än kvartilavståndet i BioSoil. I Gammtrattområdets mineraljord förekom halter extraherat K högre än den övre kvartilen. Både Gårdsjön och Aneboda hade något högre halter än BioSoils median men inom kvartilavståndet.

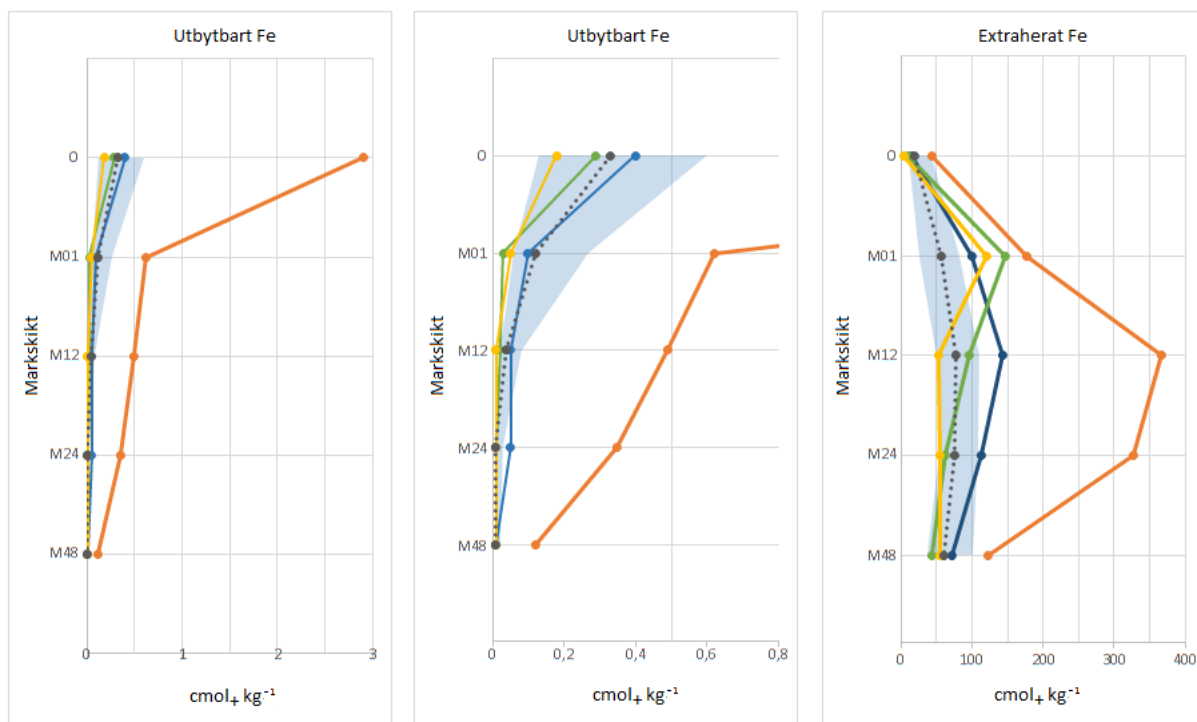


Figur 19. Halter K genom markprofilen i Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils; median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). Markprofilen är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm).

Fe

Medianhalten utbytbart Fe i humuslagret till $0,33 \text{ cmol}_+ \text{ kg}^{-1}$ för BioSoil (fig 20). I mineraljorden fanns lägre värden och medianhalten uppgick till $0,12 \text{ cmol}_+ \text{ kg}^{-1}$. Minskningen fortsätter med djupet och i skiktet M24 beräknas halten till halva detektionsgränsen $0,01 \text{ cmol}_+ \text{ kg}^{-1}$. Genom hela markprofilen fanns halter utbytbart Fe i Gårdsjön som var högre än både kvartilavståndet och maximumvärdet i BioSoil.

Medianhalten extraherat Fe uppgick i humuslagret till $19,20 \text{ cmol}_+ \text{ kg}^{-1}$ för BioSoil (fig. 20). I mineraljordens två övre skikt noterades högre medianhalt med $56,20 \text{ cmol}_+ \text{ kg}^{-1}$ och $77,68 \text{ cmol}_+ \text{ kg}^{-1}$. I det lägre skiktet uppgick medianhalten till $60,69 \text{ cmol}_+ \text{ kg}^{-1}$. I mineraljorden i Gårdsjön fanns halter extraherat Fe som var högre än både kvartilavståndet och maximumvärdet i BioSoil. Enstaka avvikelser förekommer i Aneboda, Kindla och Gammtratten men är till större delen inom kvartilavståndet.

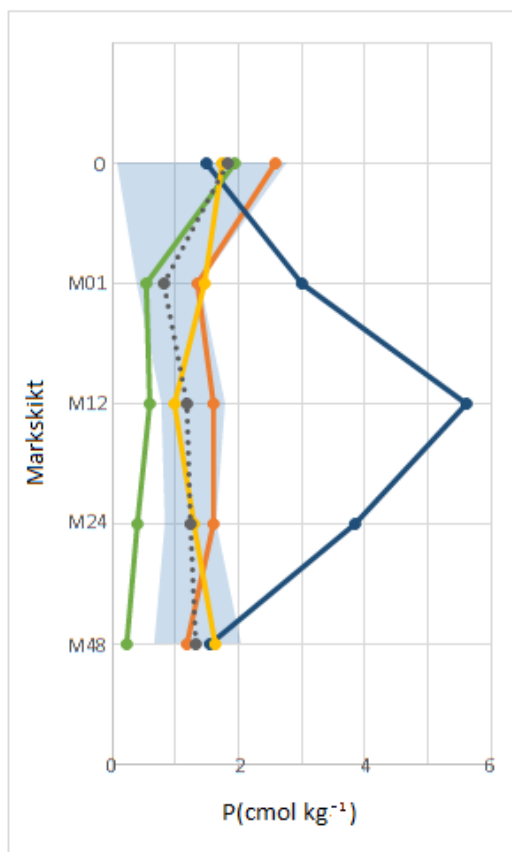


Figur 20. Halterna Fe genom markprofilen för Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils; median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). Fe är fördelad på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm). Mittenbild utbytbart Ca exkl. Gårdsjöns humuslager.

Av de ytterligare två markprofilerna som undersöktes i Gårdsjön men som inte primärt ingick i jämförelsen med BioSoil (se sid. 2) förekommer halter utbytbart Fe inom kvartilavståndet för BioSoil. Den jämförda markprofilen kan därför vara speciell och det är osäkert om den ger en generell bild av området.

P (Aqua regia)

Medianhalten extraherat P var som högst i humuslagret för BioSoil (fig. 21). I mineraljorden förekom en lägre medianhalt, som sedan följdes av en ökning med jorddjupet. I IM områdena fanns en stark variation av halterna extraherat P. I humuslagret var halten i Aneboda likartad medianhalten men i de flesta skikten i mineraljorden förekom halter högre än 90-percentilen i BioSoil. I Kindla förekom en minskning av halten P med jorddjupet, och för ett flertal skikt är halten påtagligt lägre än Biosoils nedre kvartil. Både i Gårdsjön och Gammtratten uppgick extraherat P till halter inom Biosoils kvartilavstånd i de flesta skikten.



Figur 21. Halten extraherat P genom markprofilen i Gårdsjön (orange linje), Aneboda (blå linje), Kindla (grön linje), Gammtratten (gul linje), BioSoils; median (streckad linje), kvartilavstånd (blå area). Extraherat P är fördelat på fem markskikt; O(humuslager), M01 (0-10cm), M12(10-20cm), M24(20-40cm), M48(40-80cm).

Diskussion

IM och BioSoil visade olika mönster för ett flertal av de undersökta markvariablerna. Den mest noterbara skillnaden mellan programmen var för pH i humuslagrets där samtliga IM områden hade ett pH påtagligt lägre än BioSoils nedre kvartil. I mineraljorden förekom lågt pH i Aneboda och Kindla och högt pH i Gammtratten som var inom ramen av kvartilavståndet i BioSoil. I Gårdsjön var pH värdet lägre än 2,5-percentilen i BioSoil. I den regionala jämförelsen i BioSoil observerades i humuslagret betydligt lägre pH värden i den norra och sydvästra regionen där IM områdena ligger än för den sydöstra regionen. De låga värden som förekom i IM områdena kan därför i viss mån förklaras av den regionala variationen. De lägre pH-värdena i Aneboda och Kindla och de högre i Gammtrattens mineraljord stämmer väl in på resultaten för deras respektive regioner, där sydväst hade ett lägre pH och den norra hade ett högre pH. I Gårdsjön var pH påtagligt lägre än både Aneboda och Kindla som båda ligger i samma region. Detta tros bero på att Gårdsjön ligger på Sveriges västkust där skogsmarken har ett lägre pH än i övriga sydvästra Sverige (Svedrup, et. al. 2002).

Faktorer som påverkar pH är bl.a. förhållandet mellan CEC och BS som beskriver förekomsten av sura joner. I Gårdsjön förekom CEC i både humuslager och mineraljord högre än den 90-percentilen i

BioSoil och en låg BS som var lägre än den 10-percentilen i humuslagret. Det är därför rimligt att anta att andelen sura joner förekommer i större grad i Gårdsjöområdet än för en generell svensk skogsmark vilket kan ha påverkat områdets aciditet. I Gammtratten var förhållandena nästintill de omvända gentemot Gårdsjön. I mineraljorden förekom ett CEC lägre än BioSoils nedre kvartil och en hög BS. Det är därför rimligt att anta att andelen sura katjoner är låg i Gammtratten, vilket bidragit till ett högre pH än i övriga IM områden. I Aneboda och Kindla var både CEC och BS till större delen inom ramen för kvartilavståndet. Oliktigheterna mellan Gammtratten och de övriga regionerna stämmer väl överens med de i den regionala undersökningen där det förekom ett högre CEC och lägre BS i de sydliga regionerna.

I Gårdsjöområdets humuslager var aciditeten högre än BioSoils maximumvärde. I mineraljorden fanns även aciditet högre än maximumvärdet i skikten M12 och M24. I Aneboda var aciditeten högre än kvartilavståndet i humuslagret och i mineraljorden M24 skikt. I Kindlas humuslager fanns en aciditet högre än den 90-percentilen i BioSoil. I mineraljorden var den dock inom ramen för kvartilavståndet. I Gammtratten var aciditeten inom ramen för kvartilavståndet. Aciditeten är ett kapacitetmått på surheten i marken och påverkas av sura katjoner som H^+ och Al^{3+} (Karlton, 1998). Resultatet från IM områdena, där det bl.a. förekom en hög och en låg aciditet i Gårdsjön resp. Gammtratten stämmer väl överens med resultaten från förhållandena mellan CEC och BS. I Gårdsjön visade dock markprofilerna, som inte primärt ingick i jämförelsen, en lägre aciditet än för den jämförda markprofilen. Det är därför osäkert om den höga aciditeten är generell för Gårdsjöområdet.

Andelen organiskt kol var i humuslagret jämförbar med den övre kvartilen för Gårdsjön, Aneboda, och Gammtratten och lägre än BioSoils median för Kindla. I mineraljorden var halten i Gårdsjöområdet högre än 97,5-percentilen i BioSoil. För Aneboda och Kindla förekom en andel som var högre än den övre kvartilen i ett flertal skikt. I Gammtratten var andelen inom kvartilavståndet men gränsade till den nedre kvartilen vilket kan ses som låga värden. Variationen av halten organiskt kol i IM-områdena beror troligtvis till stor del på att södra Sverige har ett mer gynnsamt klimat för trädutväxt och förnaproduktion (Eriksson et. al., 2010).

Andelen organiskt kväve var påtagligt hög i Gårdsjöområdet. I humuslagret var andelen högre än 90-percentilen och i mineraljorden var den högre än maximumvärdet i BioSoil för flera av skikten. I Aneboda, Kindla och Gammtratten var andelen organiskt kväve inom ramen för kvartilavståndet. Den höga andelen i Gårdsjön beror troligtvis på att området ligger på Västkusten som tillsammans med Skåne tillhör de områden i Sverige där kvävedepositionen är väsentligt högre än i övriga landet (Löfblad, 2000).

I humuslagret i Gammtratten var C/N högre än BioSoils 90-percentil. Med jorddjupet minskade C/N i Gammtratten och i det undre skiktet förekom värden likartade de för BioSoils nedre kvartil. I den regionala undersökningen noterades också att Sveriges norra region var mer benägen att ha en hög C/N i humuslagret och lägre C/N i mineraljorden, jämfört med de sydliga regionerna. I Kindla förekom större avvikelser i mineraljorden för de flesta profilerna och i Gårdsjön och Aneboda förekom högre värden än kvartilavståndet i hälften av de undersökta skikten.

I humuslagret var halten aqua regia extraherat S i både Gårdsjön och Kindla högre än 90-percentilen i BioSoil. I Gårdsjöområdet fanns samma mönster även i mineraljorden. I Aneboda förekom högre värden för två skikt, i Kindla förekom ett lägre och ett högre värde, och i Gammtratten var de flesta värdena lägre än kvartilavståndet. En trolig orsak till den höga halten S i Gårdsjön kan bero på att området är beläget på västkusten där det finns en hög deposition av S från Europa och havet (Löfblad, et. al. 1995). En hög halt S kan även påverka pH negativt (Chang, 2007). De höga

mängderna S genom markprofilen i Gårdsjön och i Kindlas humuslager har därför troligtvis bidragit till dess låga pH.

I humuslagret var halten extraherat P likartad för de båda programmen. I mineraljorden förekom däremot påtagligt högre halter i Aneboda som överskred den 90-percentilen i BioSoil. I Kindla var halten lägre än den nedre kvartilen i BioSoil i större delen av mineraljorden. Den primära källan av fosfor i svensk skogsmark kommer främst från markens mineral. Relativt små halter tillförs via atmosfärisk deposition. (Naturvårdsverket, 2003). En trolig förklaring till den låga P-halten i Kindla är att berggrunden består av granit som generellt har god motståndskraft mot vittring. Undantag finns för granits vittringsmotstånd vilket kan förklara att områden med granitberggrund som Aneboda och Gammtratten hade en högre halt extraherat P (Gustafsson, 1997). I både Gårdsjön och Gammtratten förekom värden inom ramen av kvartilavståndet.

Halterna Al, Ca, Mg, K och Fe var i IM områdena till större delen inom kvartilavståndet. Vissa avvikelser förekom där de mest påtagliga var i Gårdsjöområdet där halterna utbytbar Al och Fe, samt halten extraherat Fe var högre än maximumvärdet i BioSoil. I områdets humuslager fanns även en halt extraherat Ca lägre än 10-percentilen. I Aneboda fanns en låg halt extraherat Al i humuslagret men var påtagligt hög i mineraljorden där den överskred 90-percentilen för två av skikten. I humuslagret fanns även en halt extraherat Mg under 90-percentilen. I Kindlas humuslager förekom en halt utbytbar K över 90-percentilen. I mineraljorden förekom däremot en låg halt extraherat K. I Gammtratten avvek halten extraherat Fe från kvartilavståndet i BioSoil där den var lägre än 10-percentilen. Som tidigare nämnts hade Gårdsjön en hög CEC och en låg BS vilket också tydde på en hög andel sura joner. Det är dock osäkert om de höga halterna Fe, och utbytbar Al är generella för Gårdsjöområdet då halterna i markprofilerna, som primärt inte ingick i undersökningen, var inom kvartilavståndet.

För variablerna volymvikt och textur fanns begränsade mängd data. Texturen saknade data för Gårdsjöområdet och flera skikt för de andra områdena. Av tillgängliga data var förhållandena likartade mellan IM och BioSoil. För volymvikten saknades data för flera av skikten. Av de data som gick att tillgå för volymvikten fanns endast mindre avvikelser från BioSoil i Aneboda, Kindla, och Gammtratten. I Gårdsjön var volymvikten påtagligt låg där två av de tre undersökta skikten hade en volymvikt lägre än 2,5-percentilen i BioSoil.

Gårdsjöområdet visade avvikande halter för många ämnen jämfört med både BioSoil och de övriga IM områden. I Gårdsjön förekom betydligt högre värden för C, N, CEC, extraherat S, utbytbar Al, Fe, aciditet, samt en betydligt lägre volymvikt och pH genom hela markprofilen. Det förekom även en påtagligt lägre BS och halt extraherat Ca i humuslagret och en lägre C/N i mineraljorden. För variablerna Al, Fe, aciditet finns en viss osäkerhet, då markprofilerna, som inte ingick primärt i jämförelsen, visade annorlunda halter. De många avvikelserna som noterades kan förklaras av några förhållanden. I urvalskriteriet av områdena i IM har det angivits att valda områden bör ligga långt från havet. Så var inte fallet med Gårdsjöområdet som ligger nära Västra Götalands kust. Utöver en större påverkan av havet har Sveriges västkust dessutom en betydligt högre deposition av luftföroreningar än i resten av landet.

I Aneboda noterades i humuslagret lägre BS och pH än BioSoils nedre kvartil. I mineraljorden förekom däremot högre andel organisk kol och högre halt extraherat Al och P. Osäkerhet förekom huruvida den jämförda markprofilen i Anebodaområdet var representativ avseende andelen organisk kol. Detta skapar även osäkerhet kring resultatet för utbytbara joner samt CEC och BS i området.

I humuslagret i Kindlaområdet fanns en påtagligt högre halt K, extraherat S, aciditet och lägre pH än för kvartilavståndet i BioSoil. I mineraljorden förekom högre halt C och aciditet, samt lägre halt extraherat P och K.

För Gammtratten noterades en del avvikelser jämfört med BioSoil. I humuslagret förekom en högre halt utbytbart Ca och en högre C/N, samt lägre pH. I mineraljorden förekom en högre halt extraherat K, och lägre halter utbytbart Al, extraherat S, aciditet, och CEC. Delvis kan detta kanske förklaras av att Sveriges norra region uppvisade högre C/N och K-halt än för Sverige som helhet. Den norra regionen visade även ett högre pH, vilket kan antyda lägre förekomst av S, Al, och aciditet.

Aneboda, Kindla, och Gammtratten kan i de flesta avseenden klassas som generella för svenska skogsmarker. Det förekom emellertid ganska få och mindre avvikelser och de var inte lika påtagliga som för Gårdsjön. Undantag fanns, bl.a. för halten extraherat P där betydligt högre halter förekom i Aneboda, och lägre halter förekom i Kindla än för kvartilavståndet i BioSoil. För de flesta variabler var halterna i Aneboda och Kindla likartade. Detta kan troligtvis bero på att båda låg i sydvästra Sverige, och långt från kustområdet.

Att nästan hälften av de jämförda markvariablerna i Gårdsjöområdet avvek påtagligt från BioSoils kvartilområde beror sannolikt på att flera av dessa variabler påverkar varandra i flera led. Det låga pH värdet i Gårdsjön kan påverkats av den höga halten S i området. Ytterligare fanns det även en hög halt Al som påverkar pH till lägre värden. Att en hög halt sura katjoner fanns i området går även att utröna från områdets höga aciditet och förhållandet mellan den låga BS och den höga CEC i Gårdsjön. Markens CEC bestäms delvis av andelen organiskt material vilket även den var hög i området. I markens organiska material är också merparten av markens S inbyggd.

Av de primärt jämförbara markprofilerna i IM hade Aneboda, Kindla och Gammtratten en podsol och Gårdsjön en regosol. I de övriga markprofilerna förekom främst podsoler, och till viss del leptosoler. I BioSoil förekom även histosol, gleysol, umbrisol, cambrisol, och arenosol i mindre utsträckning. För att undvika variationer i jämförelsen som beror på skillnad i jordmån exkluderades data från BioSoil med jordmån som inte fanns representerade i IM:s markprofiler. IM områdena valdes ut ifrån förhållandet om dominerande jordmåner i svensk skogsmark. Förekomsten av podsoler var betydligt lägre och förekomsten av regosoler var betydligt högre i BioSoil.

Utöver jämförelsen mellan IM och BioSoil utfördes även en regional undersökning för att se om haltskillnader av utvalda variabler förekom för olika delar i Sverige. Vissa skillnader noterades för olika regioner och i humuslagret förekom bl.a. ett högre pH, BS, och Ca halt i den sydöstra regionen, och en högre C/N i den norra regionen. Förhållandena i Gammtrattområdet stämmer i stor del överens med de i den norra regionen. I den sydöstra regionen var även den övre kvartilen påtagligt högre än de övriga regionerna för variablerna pH, BS, och Ca vilket tros bero på kalkrik mark som förekommer för vissa områden. Den höga C/N i norr beror troligtvis på att området är mindre utsatt för deposition av N. Den regionala indelningen kan i viss mån förklara varför skillnader förekom mellan IM områdena. Indelningen tog däremot ingen hänsyn till bl.a. den stora variation som förekommer på västkusten även jämfört med den sydvästra regionen.

För att utröna om förhållandena i Gårdsjön är representativa för västkusten behövs en mer ingående undersökning. En sådan undersökning kan basera sig på BioSoils markprofiler på västkustområdet. Ytterligare skulle även den regionala jämförelsen inkludera fler regioner vilket gör det möjligt att se hur kraftiga skillnaderna är jämfört med förhållandena i svensk skogsmark.

I flera fall förekom en påtaglig skillnad mellan uppmätta halter i den markprofil som använts i undersökningens jämförelse och de två andra profilerna som inte direkt nyttjats i undersökningen. I de fallen är det därför oklart om avvikelserna i IM områdena i förhållande till BioSoil är generella för områdena i helhet, eller specifika för just den markprofilen.

Totalt togs jordprov från 12 markprofiler från utvalda avrinningsområden i de fyra IM områdena. En markprofil per område valdes sedan ut som representant i jämförelsen med BioSoil. I en vidareutveckling av jämförelsen skulle flera markprofiler inkluderats från IM områdena. Med fler undersökta markprofiler går det att använda ett medianvärde för områdena. Att utgå från områdenas medianvärde istället för en representativ markprofil skulle minska risken att få variabelvärden som inte är representativa för områdena. Detta vore framförallt fördelaktigt i undersökning av humuslagret som är baserade på ett jordprov per markprofil jämförelse med fyra jordprover i mineraljorden.

Undersökta avrinningsområdena valdes ut då de ansågs generella för svensk skogsmark och dessutom till stor del gav prov från hela markskiktet till 80 cm djup. I provtagningen har man därmed utgått från att marktillståndet i de undersökta markprofilerna är generella för IM området som helhet.

Slutsats

Tillståndet i svensk skogsmark har studerats i bl.a. de två övervakningsprogrammen BioSoil och Integrerad Monitoring (IM). Flera syften har ingått bl.a. näringsstatus, kollagring och luftföroreningarnas påverkan på marken. I BioSoil undersöktes 786 markprofiler fördelade över Sverige. I IM undersöks fyra skogsekosystem som valts ut för att representera den svenska skogsmarken. I syfte att utröna representativiteten för svensk skogsmark av de fyra IM områdena utfördes en jämförelse mellan IM och BioSoil där BioSoil anses representera den svenska skogsmarken. Jämförelsen baserar sig på markvärden från en utvald markprofil från varje område och utfördes för ett 20 tal fysikaliska och kemiska variabler. I jämförelsen uppvisades olika bilder för markförhållandena mellan programmen. Skillnaden var som mest noterbar för pH i humuslagret, där det förekom påtagligt lägre värden i de jämförda markprofilerna i IM än för kvartilavståndintervallerna i BioSoil. I mineraljorden förekom även lägre värden i IM området Gårdsjön. De andra IM-områdena, Aneboda, Kindla och Gammtratten, visade likartade värden som BioSoil. För Gårdsjöområdet förekom majoriteten av värden som avvek från BioSoil och nästintill hälften av alla undersökta variabler i området avvek kraftigt från BioSoil. Utöver ett lägre pH förekom även en lägre volymvikt, BS och aqua regia extraherat Ca samt högre andel organisk C, N, C/N, extraherat S, utbytbar Al, Fe, CEC och aciditet. Avvikelseerna förekom i de flesta fall genom hela markprofilen. För variablerna Al, Fe, BS och aciditet förekom osäkerhet då tydliga avvikelserna från BioSoil inte fanns några kompletterande markprofiler som också analyserats.

Utöver lågt pH i humuslagret förekom även ytterligare avvikelser från BioSoil i de andra IM områdena. Avvikelseerna var inte lika kraftiga som för Gårdsjöområdet och fanns både i humuslagret och mineraljorden. I Aneboda förekom en lägre BS i humuslagret och högre andel organisk kol och högre halt extraherat Al och P i mineraljorden. I Kindla förekom påtagligt högre halt K, extraherat S, och aciditet i humuslagret och i mineraljorden påtagligt högre halter C och aciditet men lägre halt extraherat P och K. I Gammtrattens humuslager förekom en högre halt utbytbart Ca och en högre C/N och i mineraljorden förekom en högre halt extraherat K, och lägre halter utbytbart Al, extraherat S, aciditet, och CEC. I Aneboda förekom en viss osäkerhet för resultatet av organisk kol i markprofilen

då det förekom en påtaglig skillnad mellan de kompletterande markprofiler som också undersökts. Detta skapar även en osäkerhet kring resultatet för utbytbara joner extraherade med BaCl₂ samt resultaten för CEC och BS som baseras på dessa.

Avvikelseerna från BioSoil i Gårdsjöområdet tros till stor del bero på att området är beläget på Sveriges västkust där det bl.a. förekommer riklig nederbörd med hög deposition av luftföroreningar och stor påverkan på Västerhavet. För flera av de variablerna i Gammtratten som skiljde sig från nationella BioSoil fanns det likheter med den norra regionen, som uppvisade avvikelser från de två sydliga regionerna. I Kindla kan de låga halterna av K och P bero på områdets berggrund.

Då ett flertal kraftiga avvikelser från BioSoil förekom i markprofilen i Gårdsjöområdet anses området specifikt och kan möjligen representera västra Götaland och Västkusten. Då ett fåtal avvikelser som var mindre påtagliga än de i Gårdsjön förekom i markprofilerna i Aneboda, Kindla, och Gammtratten anses områdena representera typisk svensk skogsmark. Det är därför rimligt att även områdena i helhet är representativa för typisk skogsmark.

Referenser

Baird, C. Cann, M. Marshall, C (pub). (2008). *Environmental chemistry*. 4. Uppl. New York & Houndmills. W.H. Freeman and Company.

Bara naturlig försurning Naturvårdsvkert 2007. Tillgänglig:

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5766-4.pdf?pid=3371> (2016-10-05)

Chang, R. (2007). *Chemistry*. 9. Uppl. New York. McGraw-Hill.

Cox, P. Alemanno, G. 2003. Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 2152/2003 av den 17 november 2003. Om övervakningen av skogar och miljöspel i gemenskapen (Forest Focus). *Europeiska unionens officiella tidning*. L 324, ss. 1-8. Tillgänglig:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R2152&from=EN> (2016-08-23).

De Vos, B. Cools, N. (2011). *Volume I: Results of BioSoil survey. I: Second European forest soil condition report*. Vol. 1. Brussels: Research institute for Nature and forest. ss. 1-359.

Eriksson, J. Dhalin, S. Nilsson, I. Simonsson, M. 2011. Marklära. 1:1 uppl. Lund. Studentlitteratur AB.

Eriksson, T. 2014. 12. Arbetskraft. I: Christiansen, L. Skogsstyrelsen. (red), Skogsstatistik årsbok 2014. *Swedish statistic yearbook of forestry*. Jönköping: Skogsstyrelsen (ISSN 0491-7847), ss. 238-252. Tillgänglig:

[http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Statistik/Skogsstatistik%20årsbok/02.%202014%20\(Kapitelvis%20-%20Separated%20chapters\)/12%20Arbetskraft.pdf](http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Statistik/Skogsstatistik%20årsbok/02.%202014%20(Kapitelvis%20-%20Separated%20chapters)/12%20Arbetskraft.pdf) (2016-08-23).

Forest Soil Co-ordinating Centre. 2006. Manual IIIa: Sampling and Analysing of Soil. In: ICP Forests, 2006: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analyzing of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg. ss. 26 + annex

Gustafsson, B. Bergarters tillkomst och fördelning. 1997. I: *Marken i skogslandskapet*. Kap. 6. Jönköping. Skogsstyrelsen. ss 115-146.

Hettelingh, J. Bull, K. Chrast, R. Gregor, H. Grennfelt, P. Mill, W (2004). Air pollution effects drive abatement strategies. I: Sligger, J. Kakebeeke, W. (red), *Clearing the air, 25 years of the convention on long-range transboundary air pollution*. Geneva: United Nations, ss. 59-83.

Lindau, L. Jagusiewicz, A. Kovacs, E. (2004). Software and hardware, no protocols without technologies. I: Sligger, J. Kakebeeke, W. (red), *Clearing the air, 25 years of the convention on long-range transboundary air pollution*. Geneva: United Nations, ss. 45-57.

Löfgren, S. (red.) (2015). *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 2013*. Rapport 2015:8. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.

Löfblad, G. Kindblom, K. Grennfelt, P. Haltberg, H. Westling, O. 1995. *Deposition of acidifying substances in Sweden*. Köpenhamn: Ecol. Bull. 44:17-34

Tillgänglig: http://www.jstor.org/stable/20113146?seq=1#page_scan_tab_contents (2016-11-02).

Löfblad, G. 2000. Kvävedeposition idag och i framtiden. I: *Effekter av kvävenedfall på skogsekosystem*. 3. Trelleborg. Berlings skogs, ss. 21-28. Tillgänglig:

<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-6128-3.pdf?pid=2822> (2016-11-03).

Nordh, H. Grahn, P. Währborg, P. 2009. Meaningful activities in the forest, a way back from exhaustion and long-term sick leave. *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 8(3). ss. 207-219. Tillgänglig:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866709000181> (2016-08-23).

Sanders, TGM. Michel, AK. Feretti, M. (2016). *30 years of monitoring the effects of long-range transboundary air pollution on forests in Europe and beyond*. Eberswalde: UNECE/ICP Forests. Tillgänglig:

http://www.icp-forests.org/pdf/30_Years_Anniversary_Report.pdf (2016-08-26).

Sonntag-Öström, E. Nordin, M. Slunga Järholm, L. Lundell, Y. Brännström, R. Dolling, A. (2011). Can the boreal forest be used for rehabilitation and recovery from stress-related exhaustion? A pilot study. *Scandinavian journal of forest research*, vol. 26(3), ss. 245-256. Tillgänglig:

<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/02827581.2011.558521?needAccess=true> (2016-08-23)

Svedrup, H. Staaf H. Rapp, L. Alveteg, M. 2002. Kritisk belastning för försurning av skogsmark. I: Naturvårdsverket. *Kritisk belastning för svavel och kväve*. 5. Trelleborg. Berlings skogs, ss. 53-80. Tillgänglig:

<http://swedishepa.se/Documents/publikationer/620-5174-1.pdf> (2016-11-02).

Wikberg, P.E. 2016. *Skogsdata 2016 Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Skogen då, nu och i framtiden*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. (ISSN 0280-0543). Tillgänglig:

<http://pub.epsilon.slu.se/13442/1/skogsdata2016.pdf> (2016-08-23).

Appendix

Notera att halter av extraherade ämnen ges i mg kg^{-1} och inte i enheterna $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$ och cmol kg^{-1} som de ges i rapporttexten.

Tabell 1. *Förekomsten av jordmån efter klassifikationssystemet FAO-Unesco (1988) med jordmån Histosol (HS), Leptosol (LP), Gleysol (GL), Podsol (PZ), Umbrisol (UM), Cambisol (CM), Arenosol (AR), Regosol (RG) i BioSoil resp. IM.*

BioSoil Sverige									
Jordmån	HS	LP	GL	PZ	UM	CM	AR	RG	sum
BioSoil	88	86	6	251	17	17	30	291	786
IM									
Gårdsjön		1		1				1	3
Aneboda				3					3
Kindla				3					3
Gtratten		1		2					3
sum		2		9				1	12

Tabell 2. *Förekomsten av sand, silt, och ler (%) vid BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena; Aneboda, Kindla, och Gammtratten vid fyra mineraljordskikt.*

BioSoil				IM		
Djup	25 %	50 %	75 %	Aneboda	Kindla	Gammtratten
Sand (%)						
M01	47,4	60,3	73,0	52,9	54,6	60,8
M12	36,7	70,9	59,8	-	55,3	56,2
M24	40,1	72,7	62,5	66,0	58,8	56,3
M48	50,5	61,7	72,3	77,9	-	67,0
Silt						
M01	20,9	36,9	49,2	36,3	42,6	35,9
M12	25,7	36,2	48,7	-	39,4	38,6
M24	24,3	36,1	49,5	29,4	37,7	41,2
M48	23,1	33,6	45,8	18,7	-	30,9
Ler						
M01	1,6	3,5	5,6	10,8	2,9	3,2
M12	2,2	4,5	10,5	-	5,3	5,2
M24	0,8	3,2	6,0	4,6	3,5	2,5
M48	0,9	3,4	5,1	3,4	-	2,1

Tabell 3. Sammanställning av pH för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem markskikt.

pH							
BioSoil				IM			
Djup	25 %	50 %	75 %	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	3,6	3,8	4,2	3,5	3,2	3,4	3,4
M01	4,1	4,4	4,7	3,7	4,2	4,3	4,8
M12	4,5	4,8	5,0	3,9	4,6	4,6	4,9
M24	4,7	4,9	5,2	4,1	4,6	4,8	5,0
M48	4,8	5,1	5,5	4,3	4,6	4,8	5,1

Tabell 4. Sammanställning av basmättnadsgrad (%) för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem markskikten.

BS							
BioSoil				IM			
Djup	25%	50%	75%	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	38	48	60	17	31	41	55
M01	7	13	24	9	11	8	13
M12	7	12	26	10	11	8	18
M24	4	15	28	8	12	12	20
M48	5	18	41	7	12	14	19

Tabell 5. Sammanställning av utbytbar aciditet ($\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$) för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem markskikt.

Aciditet							
BioSoil				IM			
Djup	25%	50%	75%	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	3,50	9,79	14,43	29,87	15,49	17,56	13,86
M01	2,02	3,15	8,58	6,84	2,58	1,67	1,87
M12	0,75	1,43	2,42	4,65	1,52	1,32	0,43
M24	0,30	0,55	1,41	5,10	1,50	0,53	0,22
M48	0,19	0,37	1,33	0,16	0,47	0,03	0,25

Tabell 6. Sammanställning av volymvikten (g cm^{-3}) för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid markskikten M01-M24.

BD							
BioSoil				IM			
Djup	25 %	50 %	75 %	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
M01	0,68	0,86	1,02	0,61	0,94	1,17	1,23
M12	0,77	0,94	1,09	0,51	0,75	0,87	0,67
M24	0,83	1,04	1,20	0,46	-	0,98	1,00

Tabell 7. Sammanställning av halten organiskt kol (%) för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem markskikt.

OC							
BioSoil				IM			
Djup	25 %	50 %	75 %	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	24,9	38,1	46,8	45,8	46,7	31,9	46,7
M01	1,3	2,4	3,9	13,4	4,6	4,63	4,2
M12	1,1	1,8	3,0	10,9	4,9	3,7	1,4
M24	0,6	1,1	1,8	12,1	1,8	3,3	0,6
M48	0,2	0,3	1,0	4,9	0,7	0,3	0,3

Tabell 8. Sammanställning av halten organiskt kväve (%) för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %) övre kvartil (75 %), och IM områdena vid fem markskikt.

TON							
BioSoil				IM			
Djup	25 %	50 %	75 %	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	0,9	1,3	1,6	1,9	1,9	1,0	1,1
M01	0,1	0,1	0,2	0,6	0,2	0,2	0,2
M12	0,1	0,1	0,2	0,5	0,2	0,2	0,1
M24	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1	0,2	0,1
M48	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1

Tabell 9. Sammanställning av C/N-kvoten för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem markskikt.

C/N							
BioSoil				IM			
Djup	25 %	50 %	75 %	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	23	28	32	25	32	24	43
M01	16	19	23	22	21	24	26
M12	15	17	21	21	22	23	17
M24	12	15	18	21	21	22	12
M48	7	10	15	20	13	6	6

Tabell 10. Sammanställning av utbytbart ($\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$) och extraherat (mg kg^{-1}) Al för BioSoils undre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem markskikt.

Utbytb Al							
BioSoil				IM			
Djup	25%	50%	75%	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	1,18	2,09	3,29	20,05	2,37	2,39	1,12
M01	1,18	1,87	2,55	5,42	1,88	1,17	1,47
M12	0,53	1,19	1,92	3,39	1,16	1,01	0,28
M24	0,14	0,39	1,00	4,44	1,87	0,34	0,12
M48	0,11	0,23	0,92	2,71	0,34	0,14	0,13
Extr Al							
O	1454,2	2504,1	5036,9	6708,7	2101,0	1143,7	796,0
M01	3331,8	5726,4	9422,0	10444,1	17926,7	11166,2	17587,0
M12	6241,9	10135,3	14969,4	15125,8	28364,7	14927,7	11648,1
M24	7913,0	10812,1	13615,9	24196,5	21291,1	10581,0	9852,7
M48	4514,8	8000,9	11836,9	17086,3	11320,4	4269,0	8558,3

Tabell 11. Sammanställning av utbytbart ($\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$) och extraherat Fe (mg kg^{-1}) för Biosoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem markskikt.

UtbytbFe							
Biosoil				IM			
Djup	25 %	50 %	75 %	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	0,13	0,33	0,60	2,91	0,40	0,29	0,18
M01	0,06	0,12	0,27	0,62	0,10	0,03	0,05
M12	0,02	0,04	0,08	0,49	0,05	0,02	0,01
M24	0,01	0,01	0,03	0,35	0,05	0,01	0,01
M48	0,01	0,01	0,02	0,12	0,01	0,01	0,01
Extr Fe							
O	1939,1	3573,6	7818,5	8107,5	2960,4	1695,0	678,9
M01	4763,1	10463,2	15329,5	32876,4	18492,8	27520,9	22577,8
M12	9397,1	14462,0	20585,7	68228,4	26689,2	17773,7	10043,3
M24	10031,2	13958,9	20223,5	60927,7	21189,0	11544,5	10167,8
M48	6896,1	11297,6	18649,2	22931,3	13463,0	8042,1	10259,8

Tabell 12. Sammanställning av utbytbart ($\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$) och extraherat (mg kg^{-1}) Ca för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem olika markskikt.

Utbytb Ca							
BioSoil				IM			
Djup	25 %	50 %	75 %	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	2,58	6,08	9,59	2,28	4,53	6,02	12,27
M01	0,10	0,38	5,74	0,22	0,18	0,04	0,17
M12	0,05	0,09	0,20	0,14	0,09	0,03	0,04
M24	0,03	0,05	0,17	0,16	0,1	0,02	0,02
M48	0,03	0,06	0,58	0,10	0,02	0,01	0,02
Extr Ca							
O	1392,2	2080,0	3018,9	638,4	1669,6	1300,5	2894,1
M01	554,7	986,3	1500,3	1780,2	2472,5	627,9	1615,8
M12	817,1	1444,5	2883,2	1491,5	2542,7	1121,1	1535,9
M24	1082,7	1615,1	3316,6	1209,9	2270,9	1926,4	2191,4
M48	1454,9	2070,2	3471,1	2366,1	3436,9	2149,7	3058,8

Tabell 13. Sammanställning av utbytbart ($\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$) och extraherat (mg kg^{-1}) K för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem markskikt.

Utbytb K							
BioSoil				IM			
Djup	25%	50%	75%	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	0,23	0,91	1,55	1,45	0,81	2,32	1,31
M01	0,03	0,07	0,85	0,12	0,04	0,03	0,03
M12	0,02	0,03	0,05	0,07	0,02	0,02	0,02
M24	0,02	0,02	0,05	0,06	0,02	0,02	0,02
M48	0,02	0,02	0,08	0,03	0,02	0,02	0,02
Extr K							
O	30,5	30,5	748,7	633,8	429,8	887,4	575,3
M01	30,5	330,3	547,3	559,6	597,9	210,1	867,1
M12	267,6	497,8	933,9	530,0	903,3	232,9	824,0
M24	360,2	547,1	983,8	551,0	671,6	267,0	1129,6
M48	296,7	648,1	1165,3	1238,0	732,2	227,1	1407,3

Tabell 14. Sammanställning av utbytbar (cmol_c kg⁻¹) och extraherat Mg (mg kg⁻¹) för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem markskikt.

Utbytbar Mg							
BioSoil				IM			
Djup	25%	50%	75%	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	0,63	1,68	2,44	1,71	1,09	3,23	1,98
M01	0,05	0,12	1,07	0,23	0,18	0,04	0,17
M12	0,02	0,03	0,09	0,13	0,03	0,02	0,01
M24	0,01	0,02	0,06	0,09	0,03	0,01	0,01
M48	0,01	0,02	0,12	0,05	0,01	0,01	0,01
Extr Mg							
O	397,0	565,1	565,1	323,6	264,2	460,1	329,6
M01	342,4	815,2	1782,7	1158,2	1299,3	439,9	1585,7
M12	688,9	1414,3	2787,1	1248,2	2083,4	748,2	1585,6
M24	969,5	1965,7	3144,3	1491,9	1608,4	1289,2	2102,7
M48	966,4	1682,2	3118,4	3944,5	2028,2	1196,8	2352,9

Tabell 15. Sammanställning av extraherat S (mg kg⁻¹) för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem markskikt.

Extr S							
BioSoil				IM			
Djup	25%	50%	75%	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	746,0	1108,0	1419,0	1838,3	908,1	1742,7	1070,3
M01	71,0	127,0	207,5	804,6	278,6	250,6	215,7
M12	94,5	208,0	306,8	864,5	343,8	297,3	79,8
M24	59,0	137,0	262,0	883,0	244,2	144,9	48,0
M48	41,3	72,5	144,0	654,7	96,2	28,2	29,6

Tabell 16. Sammanställning av extraherat P (mg kg⁻¹) för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem markskikt.

Extr P							
BioSoil				IM			
Djup	25 %	50 %	75 %	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	20,5	570,4	857,5	798,5	459,9	601,3	540,0
M01	123,2	252,0	430,3	418,1	930,3	168,5	455,1
M12	245,5	369,8	556,5	498,5	1741,5	183,0	308,6
M24	257,7	383,2	513,9	494,7	1188,8	124,5	406,0
M48	204,5	411,5	632,4	367,3	478,1	75,4	509,1

Tabell 17. Sammanställning av extraherat CEC ($\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$) för BioSoils nedre kvartil (25 %), median (50 %), övre kvartil (75 %) och IM områdena vid fem markskikt.

CEC							
Biosoil				IM			
Djup	25%	50%	75%	Gårdsjön	Aneboda	Kindla	Gammtratten
O	16,7	23,9	28,2	36,9	21,7	28,8	28,5
M01	1,9	2,9	4,1	7,7	2,7	1,6	1,9
M12	1,0	1,8	2,9	5,1	1,5	1,3	0,4
M24	0,4	1,3	3,2	5,7	1,6	0,5	0,2
M48	0,3	0,7	3,0	3,2	0,5	0,2	0,2